

Commune de
REAUX-SUR TREFLE



RESUME NON TECHNIQUE

**ECHANGEURS GEOTHERMIQUES VERTICAUX
POUR LA PRODUCTION DE CHAUFFAGE
MUTUALISEE POUR LA SALLE POLYVALENTE
ET LA PISCINE DE PLEIN AIR**

***Demandes d'autorisation de recherche
(AR) et d'autorisation d'ouverture de
travaux miniers (AOTM) de recherche***

M10315
HI 2023030068 v1
Juillet 2023
M. RETAILLAUD

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	1
1.1. ECHANGEURS GEOTHERMIQUES VERTICAUX SUR NAPPE	1
1.2. ECHANGEURS GEOTHERMIQUES VERTICAUX SUR SONDES VERTICALES	2
1.3. PROJET DE TRAVAUX.....	3
1.4. CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	4
1.5. DUREE DES AUTORISATIONS SOLLICITEES	4
1.6. PLANNING PREVISIONNEL DE L'OPERATION	5
2. INTERVENANTS	5
3. DESCRIPTION DU PROJET	6
3.1. ETUDE MULTI-ENERGIES	7
3.2. BESOIN DE CHAUFFAGE A COUVRIR	7
3.3. PAC GEOTHERMIQUE SUR NAPPE (DOUBLET).....	8
3.4. PAC GEOTHERMIQUE SUR SONDES VERTICALES	9
3.5. COUT ET FINANCEMENT DU PROJET	10
3.6. PRISE DE GARANTIE.....	10
4. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DU PROJET.....	11
5. PROJET DE TRAVAUX POUR L'AMENAGEMENT DES ECHANGEURS GEOTHERMIQUES VERTICAUX	13
6. ETUDE D'IMPACT.....	19
6.1. ETAT INITIAL	19
6.2. ANALYSE DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES COMPENSATOIRES.....	26

7. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS D'ORIENTATION	35
7.1. COMPATIBILITE AVEC LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU.....	35
7.2. COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE ADOUR-GARONNE 2022-2027	36
7.3. COMPATIBILITE AVEC LE SAGE CHARENTE.....	36
8. DOCUMENTS DE SANTE ET DE SECURITE.....	37
9. FERMETURE, CONSERVATION OU RECONVERSION DE L'INSTALLATION GEOTHERMIQUE.....	38
9.1. FERMETURE ET MISE EN SECURITE DE L'INSTALLATION GEOTHERMIQUE	38
9.2. CONSERVATION ET RECONVERSION DES ECHANGEURS VERTICAUX.....	38

1. INTRODUCTION

Dans un souci de facture énergétique maîtrisée, d'exemplarité environnementale et de construction harmonieusement intégrée à son environnement, la Mairie de Réaux-sur-Trèfle - 7 rue de Haute-Saintonge 17500 Réaux-sur-Trèfle - est maître d'ouvrage d'un projet d'aménagement d'échangeurs géothermiques verticaux sur nappe ou sur sondes verticales destiné à alimenter une pompe à chaleur eau/eau pour les besoins de chauffage mutualisés de sa salle polyvalente et de sa piscine de plein air au 5 Route du Stade 17500 Réaux-Sur-Trèfle.

Les échangeurs géothermique verticaux permettront d'utiliser une ressource énergétique locale, renouvelable, non fossile et moins onéreuse que l'actuelle chaufferie au fuel, sans geler ou surchauffer le volume de sous-sol utilisé et sans incidence quelconque sur le voisinage.

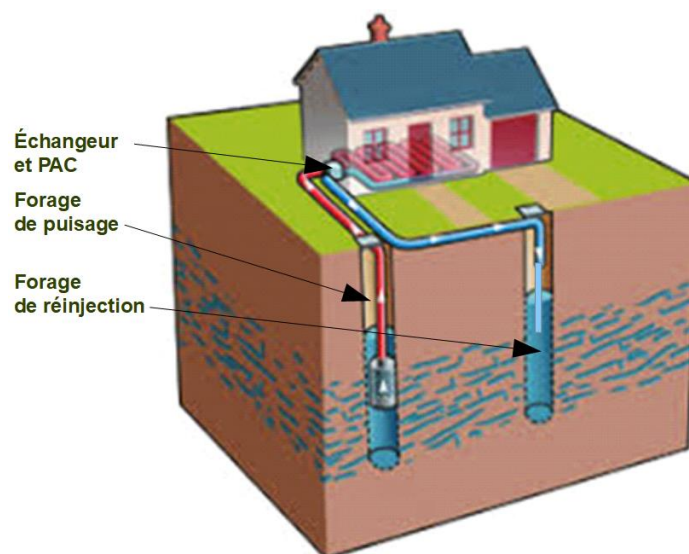
1.1. ECHANGEURS GEOTHERMIQUES VERTICAUX SUR NAPPE

Ces échangeurs sont généralement constitués par un doublet.

Le doublet est la combinaison :

- d'un forage de pompage (forage producteur) dans lequel est puisée l'eau de nappe à la température du gisement géothermique,
- d'un forage de réinjection (forage injecteur) par lequel l'eau puisée est réintroduite dans la même nappe après soutirage d'une partie de ses calories par une pompe à chaleur eau/eau installée dans la chaufferie.

Schéma conceptuel d'un échangeur géothermique vertical sur nappe (doublet : 1 forage producteur et 1 forage injecteur)



Source : ADEME/BRGM (modifié)

Il n'y a aucun stockage d'eau entre le pompage et la réinjection, pas d'altération qualitative de l'eau de nappe et aucune perte de volume d'eau.

L'eau est réinjectée à une température plus chaude ou plus froide que l'eau puisée (selon les besoins de chaud et/ou de froid à fournir), avec un différentiel de température généralement de l'ordre de 5 à 6°C.

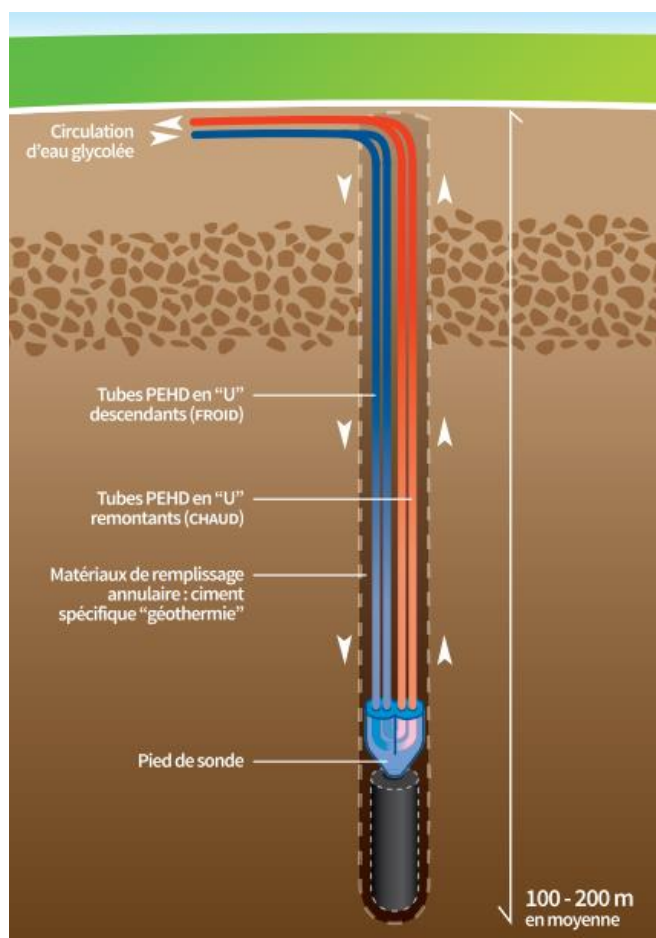
Par son dispositif thermodynamique, la pompe à chaleur géothermique eau/eau optimise les thermies soutirées à l'eau de nappe pour fournir les besoins de chauffage et/ou de rafraîchissement.

1.2. ECHANGEURS GEOTHERMIQUES VERTICAUX SUR SONDES VERTICALES

En cas d'inadéquation de la ressource en eau souterraine pour installer un doublet, les sondages de recherche en eau seront rebouchés dans les règles de l'art et un champ de sondes géothermiques verticales (CSGV) sera installé. Les sondes géothermiques verticales sont aussi nommées « sondes sèches » en raison de l'absence d'échange direct avec une nappe d'eau souterraine (cas du doublet). Le CSGV récupère la chaleur du sol par mise en circulation d'un fluide caloporteur en circuit fermé dans des boucles de sonde (tubes en polyéthylène) installées dans des forages cimentés.

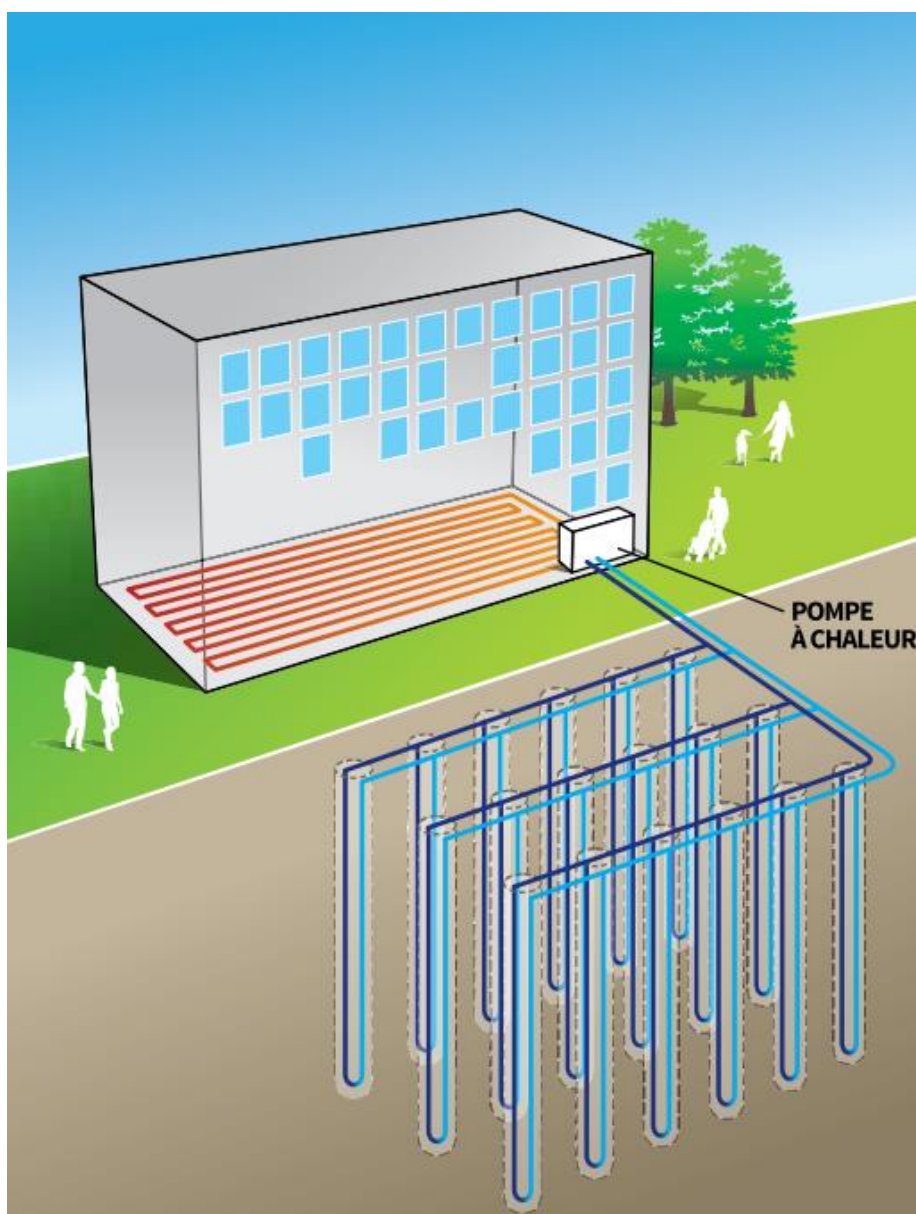
En phase de travaux, après réalisation des forages et installation des boucles de sonde dans les forages, ceux-ci sont cimentés sur toute leur profondeur avec un géocoulis permettant d'assurer une bonne conductivité thermique entre les boucles de sonde et le terrain.

Schéma d'une sonde verticale



Source : ADEME

Schéma d'un système de pompe à chaleur sur sondes géothermiques verticales



Source : ADEME

1.3. PROJET DE TRAVAUX

Le projet de travaux est dans un premier temps de réaliser un forage de reconnaissance pour évaluer la présence d'une ressource en eau souterraine en mesure de répondre à ce besoin :

- en cas de ressource en eau souterraine pertinente en quantité et en qualité, le projet s'orientera vers la mise en place d'un doublet (un forage producteur et un forage injecteur dans la même nappe),
- en cas de ressource en eau inadéquate, le projet s'orientera vers la mise en place de sondes verticales (champ de sondes).

1.4. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Le besoin énergétique à fournir, le dimensionnement prévu des échangeurs verticaux et l'environnement du projet ne présentent pas de contrainte spécifique pouvant compromettre les travaux d'aménagement et d'exploitation de ces ouvrages dans le cadre réglementaire de la Géothermie de Minime Importance (GMI).

Néanmoins :

- en raison de la présence du projet dans le périmètre de protection rapprochée du captage AEP de Coulonge-sur-Charente, prise d'eau dans la Charente située sur la commune de Saint-Savinien (17) à plus de 60 km au Nord-Nord-Ouest,
- malgré le risque inexistant d'incidence du présent projet sur cette prise d'eau,

le régime déclaratif simplifié de la GMI n'est pas envisageable.

Ce projet entre ainsi dans le régime de demandes d'autorisation au titre du code minier en vue de :

- l'octroi d'une autorisation de recherche (AR) de gîte géothermique, en application du décret n°78-498 du 28 mars 1978 relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie,
- l'octroi d'une autorisation d'ouverture de travaux miniers (AOTM) de recherche de gîte géothermique, en application du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains.

A cette fin, la Mairie de Réaux-sur-Trèfle a mandaté la société Hydro Invest pour réaliser le présent dossier qui regroupe ces deux demandes d'autorisation.

Après instruction de ce dossier par les autorités compétentes et en cas d'accord, les autorisations de recherche et de travaux seront délivrées sous la forme d'arrêtés préfectoraux.

1.5. DUREE DES AUTORISATIONS SOLLICITEES

La réglementation minière en vigueur prévoit les durées de validité/applications suivantes qui sont celles prévu pour le présent projet :

- Autorisation de recherche : 3 ans
- Autorisation d'ouverture de travaux miniers : 3 ans à partir de la délivrance de l'autorisation préfectorale, si possible dans le cadre du permis de recherche, avec possible prolongation ou renouvellement sur la base d'un argumentaire documenté et recevable.

A l'issu des travaux de mise des échangeurs géothermiques verticaux, il est prévu de déposer en préfecture une demande de permis d'exploitation pour une durée initiale de 30 ans.

1.6. PLANNING PREVISIONNEL DE L'OPERATION

L'opération est suspendue à la délivrance des autorisations de recherche et d'ouverture de travaux miniers.

En l'état et sous réserves des dates de réponse à ces demandes d'autorisation, il est prévu de réaliser les échangeurs géothermiques verticaux au premier semestre 2024.

2. INTERVENANTS

Dans le cadre de ce projet d'installation de pompe à chaleur sur échangeurs géothermiques verticaux :

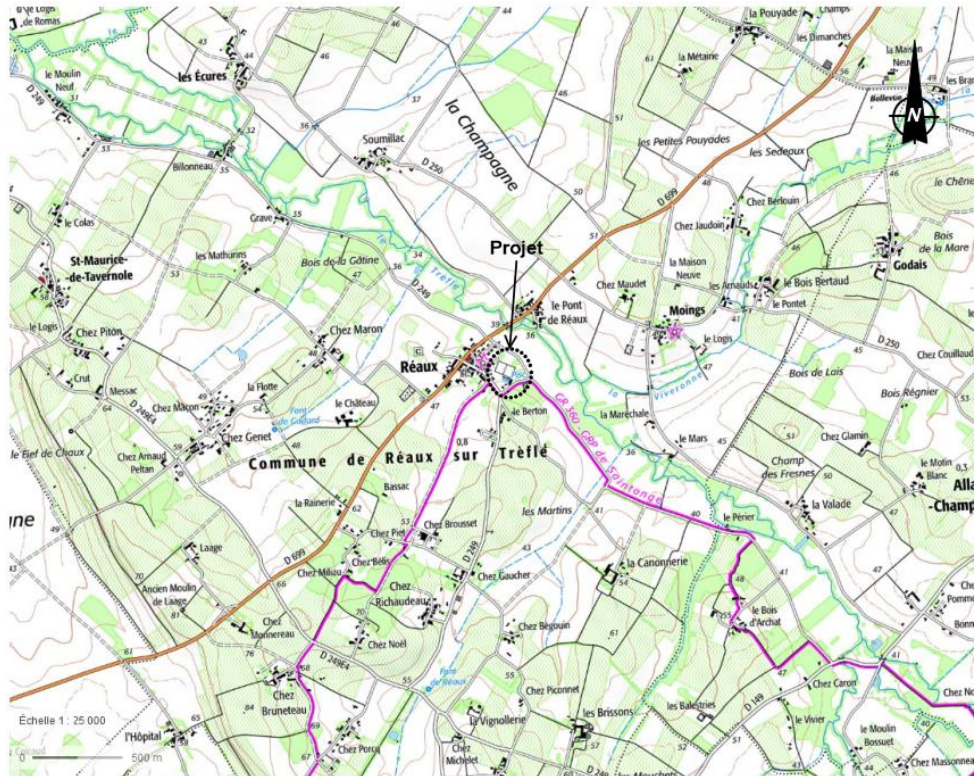
- la Mairie de Réaux-sur-Trèfle est maître d'ouvrage,
- la « Mission Energie » du Département de la Charente-Maritime, via l'agence territoriale de Jonzac, assure une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage,
- Hydro Invest, société qualifiée *OPQIBI RGE n°1007 Etude des ressources géothermiques*, est missionné en ingénierie et maîtrise pour l'aménagement des échangeurs verticaux,

Il est prévu de missionner :

- une entreprise de forage qualifiée *RGE QUALIFORAGE modules Nappe et Sonde* pour aménager les échangeurs verticaux,
- un bureau d'études fluides qualifié *OPQIBI RGE n°2013 Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie géothermique* pour la conception et la maîtrise d'œuvre des installations dites « de surface » (raccordement des échangeurs verticaux à la chaufferie, adaptation de la chaufferie, etc),
- une entreprise de travaux (chauffagiste) certifiée QUALIPAC pour aménager les installations géothermiques « de surface ».

3. DESCRIPTION DU PROJET

Localisation du site sur fond topographique IGN



Fond de plan topographique IGN (Géoportail)

Localisation du site sur photographie aérienne avec découpage cadastral



Fond de plan vue aérienne avec cadastre (Géoportail)

3.1. ETUDE MULTI-ENERGIES

Une étude multi-énergie réalisée par la Mission Energie du Département 17 a comparé différentes solutions (biomasse, gaz, géothermie) pour remplacer l'actuelle chaufferie au fuel.

Cette étude confirme l'intérêt environnementale et économique plus avantageux de mettre en place des échangeurs géothermiques verticaux sur nappe ou sur sondes.

3.2. BESOIN DE CHAUFFAGE A COUVRIR

Ce projet de pompe à chaleur géothermique sur échangeurs verticaux :

- permet d'utiliser une énergie locale et renouvelable, la chaleur du sous-sol,
- est une alternative aux chaufferies au gaz ou au fuel moins économiques et plus polluantes.

La salle polyvalente représente :

- une surface à chauffer de 387 m²
- un volume à chauffer de 1436 m³

Le volume d'eau de la piscine de plein air (grand et petit bassin) à chauffer est de l'ordre de 958 m³.

Les besoins à couvrir pour fournir du chauffage à la salle polyvalente et aux bassins est résumé ainsi :

- Puissance chauffage par pompe à chaleur (PAC) géothermique :
 - Piscine (été) : 80 kW
 - Salle polyvalente (hiver) : 66 kW
- Durée annuelle de fonctionnement de la PAC :
 - Piscine (été) : 609 h
 - Salle polyvalente (hiver) : 415 h
- Production annuelle de chauffage par PAC géothermique :
 - Quantité de chaleur produite : 76 MWh
 - dont :
 - ⇒ apport par échangeurs géothermiques verticaux : 59 MWh EnR
 - ⇒ apport électrique pour fonctionnement compresseur PAC : 17 MWh

3.3. PAC GEOTHERMIQUE SUR NAPPE (DOUBLET)

Pour alimenter la PAC géothermique au moyen d'échangeurs géothermiques verticaux, la commune de Réaux-sur-Trèfle souhaite en premier lieu évaluer la faisabilité d'un doublet dans la nappe épidermique du Campanien (Crétacé supérieur) au moyen de forages de maximum 30 m de profondeur (un forage producteur et un forage injecteur).

Le débit escompté à puiser/réinjecter dans cette nappe pour fournir le besoin est de 10.7 m³/h avec une eau puisée vers 13 à 14°C thermiquement stable sur l'année.

Localisation du projet d'échangeurs sur nappe (doublet)



Fond de plan vue aérienne avec cadastre (Géoportail)

- Besoin à fournir : chauffage en été (piscine) et en hiver (salle polyvalente)
- Puissance PAC à fournir en pointe : 80 kW
- Coefficient de performance PAC géothermique : 4.5
- Puissance à récupérer dans le terrain via les échangeurs verticaux : 62 kW
- Puissance électrique à fournir à la PAC : 18 kW
- Température de l'eau de nappe prélevée: 13 à 14°C
- Différentiel de température exploité à l'échangeur : 5 à 6°C
- Température de l'eau réinjectée dans la nappe : 7 à 9 °C
- Débit à prélever/réinjecter dans la nappe : 8.9 à 10.7 m³/h

Usage	Durée de pompage/réinjection sur doublet	m ³ /h	m ³ /j	m ³ /an
PAC géothermique eau-eau	1 100 heures/an	10.7		11 770

3.4. PAC GEOTHERMIQUE SUR SONDES VERTICALES

En cas d'inadéquation de la ressource en eau souterraine pour installer un doublet, les sondages de recherche en eau seront rebouchés dans les règles de l'art et un champ de sondes géothermiques verticales (CSGV) sera installé.

Pour une puissance installée en chaud de 80 kW et un coefficient de performance (COP) de la PAC géothermique de 4 :

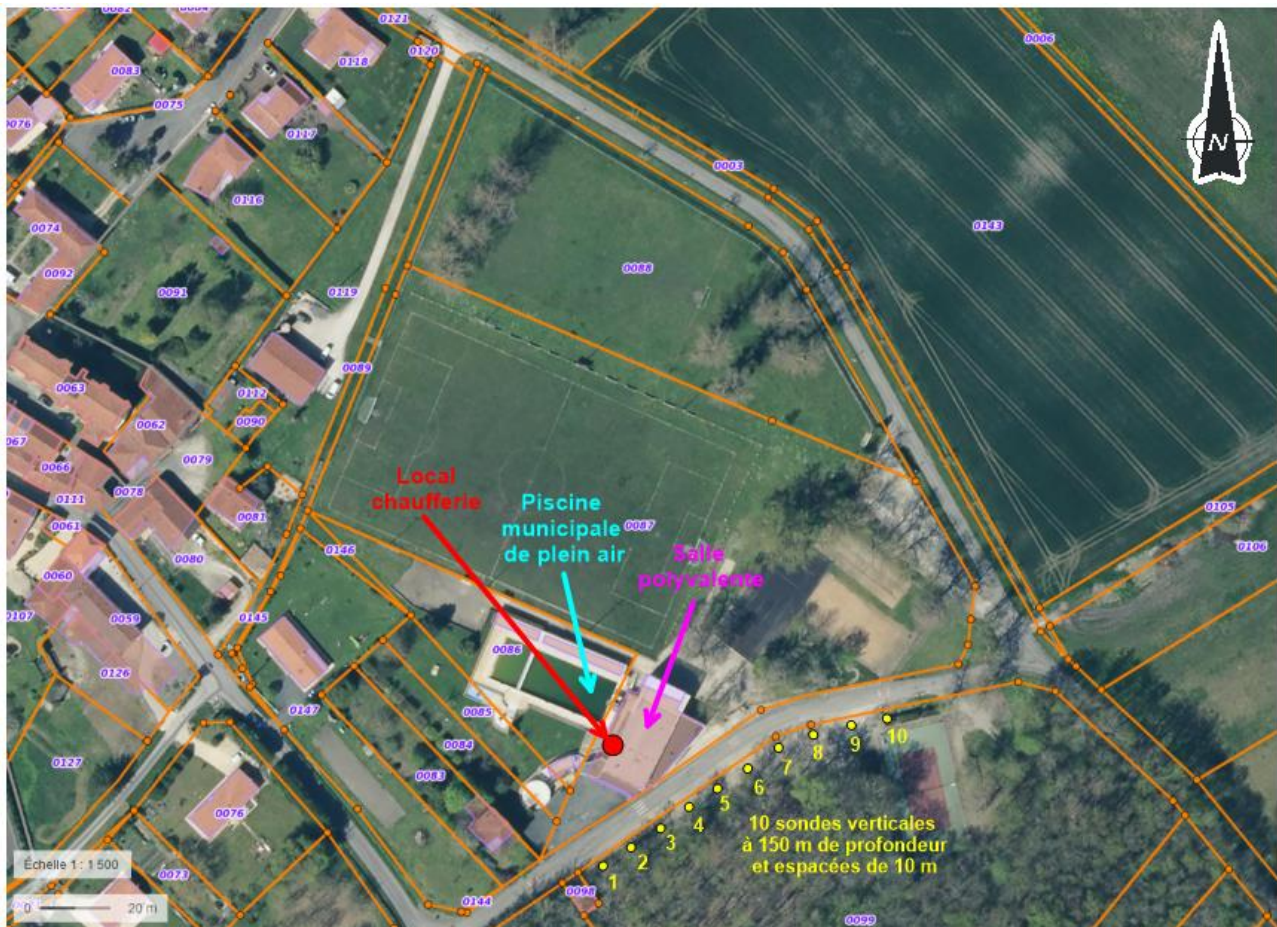
- Puissance à extraire du sous-sol en pointe : 60 kW
- Appoint électrique à la PAC à prévoir pointe : 20 kW

L'apport en puissance des calcaires et marnes du Campanien-Santonien dans lesquels seront implantés les sondes verticales se situe vers 40 W par mètre linéaire de sonde verticale.

Pour un apport en puissance des terrains de 40 W/ml et une puissance à récupérer dans le sous-sol de 60 kW, la longueur totale de sondes verticales à envisager est de 1500 m.

Pour que le sous-sol puisse fournir cette puissance, il est ainsi prévu l'installation d'un champ de 10 sondes verticales profondes de 150 m espacées entre elles de 10 m.

Localisation du projet de champ de sondes verticales



Fond de plan vue aérienne avec cadastre (Géoportail)

3.5. COUT ET FINANCEMENT DU PROJET

Coûts de maîtrise d'œuvre et de travaux pour aménager :

- le doublet : de l'ordre de 130 000 € HT
 - ⇒ 1 forages producteur et 1 forage injecteur sur nappe à maximum 30 m de profondeur, raccordés à la chaufferie et équipés pour leur exploitation
- le champ de sondes verticales : de l'ordre de 150 000 € HT
 - ⇒ 10 sondes profondes de 150 m raccordées à la chaufferie

Le financement de ce projet est assuré par la Mairie de Réaux-sur-Trèfle, maître d'ouvrage.

La Mairie sollicite les aides du Fonds Chaleur de l'ADEME.

⇒ Cette aide couvrira, en estimatif, environ 50 % des frais d'ingénierie et de travaux.

Une aide du Fonds « Energie » du Département 17 est également prévue.

⇒ Couvre environ 10 % du montant des études préalables d'aide à la décision.

Il est prévu de solliciter l'aide de l'Etat en phase APS au titre de la Dotation de Soutien à l'Investissement Local (DSIL) ou du Fonds Vert ou de tout autre dispositif en vigueur.

L'ensemble de ces demandes d'aides est mené avec l'appui de l'assistance à maîtrise d'ouvrage portée par la « Mission Energie » du Département de la Charente-Maritime (Agence Territoriale de Jonzac).

3.6. PRISE DE GARANTIE

Dans le cadre du projet de doublet, le maître d'ouvrage sollicitera la garantie Aquapac de la Caisse des Dépôts (SAF Environnement) :

- la garantie de recherche couvrira le risque d'échec des travaux consécutif à une ressource insuffisante en termes de débit au regard des objectifs de production définis, et aussi le risque d'échec en termes de capacité de réinjection au forage injecteur ;
- la garantie de pérennité couvrira pendant 10 ans d'exploitation des échangeurs sur nappe le risque de diminution et/ou de détérioration de la ressource en eau souterraine sollicitée.

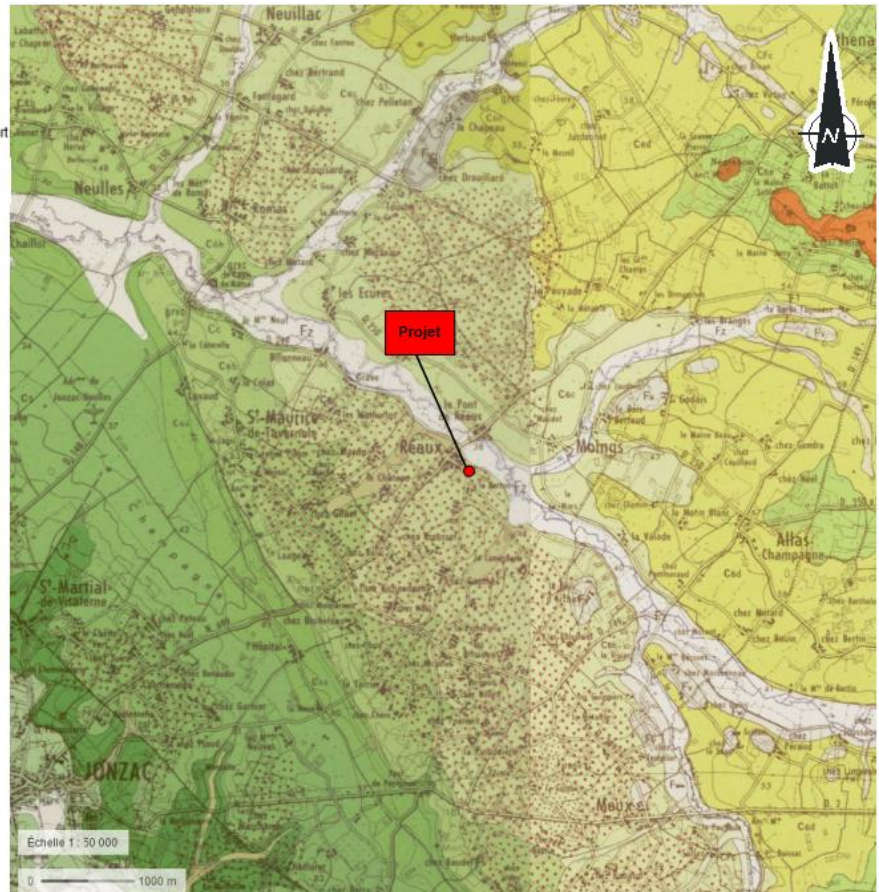
4. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DU PROJET

Les terrains rencontrés à l’affleurement au droit du projet sont à l’interface entre :

- des colluvions mixtes composés de sables limoneux à débris du Crétacé supérieur remanié (CF-c),
- des alluvions du Trèfle composées de sable fin et argiles à débris de calcaire remanié (Fz),
- des calcaires crayo-argileux et marnes à passées de calcaires à silex (Campanien 3, biozones CIVa, CIVb, CV).

Localisation du projet sur carte géologique

	CF-c Colluvions mixtes: sables limoneux à débris de Crétacé supérieur remanié
	Fz Alluvions fluviatiles récentes: sable fin et argiles à débris de calcaire remanié (Holocène)
	Fv Moyenne terrasse: Sables à galets
	e5 Formation de Condéon: Galets, sables kaoliniques et argiles vert pâle
	C6e Calcaires jaunâtre graveleux à Rudistes, Orbitoïdes, lumachelles à Pycnodonta vesicularis et calcaires tuffoïdes, biozone CVII
	C6d Calcaire crayo argileux à passées marnieuses et Orbitoïdes(Campanien 4, "Maestrichtien", biozone CVI)
	C6c Calcaire crayo-argileux et marnes à passées de calcaires à silex (Campanien 3, biozones CIVa, CIVb, CV)
	C6b "Marnes rubannées" et calcaire à silex à alternances crayo-argileuses (Campanien 2, biozone CIII)
	C6a Calcaire crayeux(CI) puis calcaire à silex à intercalations crayeuses (C II) (Campanien1, biozones CI et CII)
	C5 Calcarénite tendre et calcaire crayeux à silex (Santonien)
	C4 Calcarénite dure à Bryozoaire, Echinodermes; au sommet: "Calcaires de Tirac" (à mollusques et terriers) et lumachelle à Exogyra plicifera (Coniacien)
	C4(1) Sables carbonnatés et calcaires sableux (Coniacien basal)
	C3c Calcarénites fines, tendre à la base, puis niveaux lumachelique à Rudistes; partie terminale: calcaires sublithographiques (Turonien supérieur, "Angoumien" supérieur et terminal)
	C3b Calcaire graveleux à Polyptères isolés à la base, puis calcaires crayeux (Turonien moyen, "Angoumien" inférieur)
	C3a Calcaire argileux puis calcaire à pâte fine et à moules internes de mollusques et calcaires crayeux à débit noduleux (Turonien inférieur, "Ligérien" auct. à "Angoumien" auct. Basal)



Carte géologique 1/50 000
BRGM n°731 - JONZAC
BRGM n°732 - BARBEZIEUX

Au droit du site, la coupe géologique estimative est la suivante :

Lithologie		Epaisseur estimée (m)	Profondeur estimée de la base (m)	
Quaternaire	Sables limoneux à débris du Crétacé supérieur remanié (CF-c) et/ou sable fin et argiles à débris de calcaire remanié (Fz)	5 m	5 m	
Crétacé	Campanien 3 (C6c)	Calcaires crayo-argileux et marnes à passées de calcaires à silex	20 m	25 m
	Campanien 2 (C6b)	Marnes rubanées et calcaire à silex à alternances crayo-argileuses	35 m	60 m
	Campanien 1 (C6a)	Calcaires crayeux et calcaires à silex	40 m	100 m
	Santonien (C5)	Calcarénite tendre et calcaire crayeux à silex	70 m	170 m
	Coniacien (C4)	Calcarénite dure à Bryozoaire et Echinodermes ; au sommet calcaire graveleux bioclastique à Bryozoaires et exogyre ; en base, sables carbonatés et calcaires sableux à glauconie	40 m	210 m
	Turonien (C3)	Calcaires graveleux à crayeux à Rudistes et à Polypiers	80 m	290 m

Les alluvions du Trèfle en fond de vallée reposent sur les calcaires crayo-argileux et marnes du Campanien. Ces calcaires et marnes affleurent sur les versants (coteaux).

La nappe développée dans ces versants campaniens est vraisemblablement tarie en période d'étiage, excepté en bas de coteaux, au voisinage des alluvions du Trèfle.

Dans ces terrains campaniens, seule la frange altérée et décomprimée jusque vers 15 à 30 m de profondeur (zone dite « épidermique ») présente un intérêt aquifère. Au-delà de cette profondeur, la très faible densité des ouvertures et la grande compacité des marno-calcaires conduisent à considérer cet horizon géologique comme un pseudo-imperméable (substratum de la nappe épidermique).

Dans le secteur, les points d'eau à usage agricole sont majoritairement implantés en bas de vallée du Trèfle, à proximité du cours d'eau. Ces ouvrages profonds de 6 à 20 m captent dans la nappe alluviale du Trèfle ou dans la frange altérée des calcaires campaniens.

Le débit d'exploitation de ces ouvrages est situé entre 15 et 40 m³/h pour des volumes annuels estimés de l'ordre de 15 000 m³.

Le niveau statique de cette nappe est attendu vers 2 à 5 m de profondeur.

Cette nappe s'écoule localement dans le sens de la topographie et du Trèfle, vers le nord-ouest.

Le doublet est ainsi prévu dans la frange altérée des calcaires et marnes du Campanien (nappe épidermique) en bas de coteau.

Ce positionnement présume une bonne potentialité de cette nappe pour l'usage géothermique prévu, avec une productivité pérenne en toute saison.

La profondeur des forages de recherche en eau n'excèdera pas 30 m. Au-delà de cette profondeur, les terrains campaniens sont reconnus imperméables (« banc bleu » localement bien connu).

En cas de ressource en eau souterraine pertinente reconnue en foration, les forages seront testés au moyen d'essais de pompage et d'injection. Le débit d'exploitation escompté sur doublet pour l'usage géothermique du site est de 10.7 m³/h.

En termes de qualité, il est attendu une eau bicarbonatée calcique, faiblement à moyennement minéralisée, avec des concentrations potentiellement élevées en nitrates (30 à 40 m³/h) et une qualité microbiologique incertaine. En cas de réussite du premier sondage de recherche en eau, la qualité de l'eau au forage rencontrée sera contrôlée. Les résultats de physico-chimie et de bactériologie seront interprétés par Hydro Invest pour vérifier si la qualité de l'eau de nappe est conforme pour l'usage géothermique du site.

En cas d'échec pour un doublet, il sera mis en place 10 sondes géothermiques verticales profondes de 150 m dans les terrains du Campanien-Santonien.

5. PROJET DE TRAVAUX POUR L'AMENAGEMENT DES ECHANGEURS GEOTHERMIQUES VERTICAUX

Pour la mise en œuvre d'un doublet, les travaux seront réalisés selon les exigences de la norme AFNOR NF X10 999 relative aux forages d'eau et aux ouvrages de géothermie.

Pour des sondes verticales, les travaux seront réalisés dans le respect des normes AFNOR NF X10-970, NF X-10-960 et NF XP X 10-950 spécifiques à ces aménagements.

Les échangeurs verticaux sont prévus sur des parcelles du centre culturel et sportif appartenant à la commune, qui est le maître d'ouvrage du présent projet.

Les zones prévues pour les travaux d'aménagement des échangeurs verticaux ne présentent pas de contraintes particulières en termes d'accès et d'aménagement.

Les riverains seront prévenus des travaux prévus.

La signalétique et les barrières de protection pour délimiter les espaces de travaux seront adaptées au site. L'accès aux zones de travaux sera interdit au public.

Les implantations prévues pour les échangeurs verticaux sont en cohérence avec les plans de réseaux fournis par la mairie (vérification conjointe par le maître d'ouvrage et Hydro Invest).

La présence de réseaux enterrés sera néanmoins vérifiée par l'entreprise de forage par procédure de DT-DICT avec contrôle des plans des réseaux.

Une réunion sur site de préparation des travaux (forages et essais) sera réalisée, réunissant la maîtrise d'ouvrage, l'entreprise de forage et l'ingénieur hydrogéologue afin d'harmoniser les travaux avec l'activité du site et le voisinage.

Le matériel dédié aux travaux de forage, d'essai et de contrôle sera conforme à la réglementation en vigueur.

Le chantier sera maintenu en bon état de propreté et l'entreprise de forage assurera la remise en état des lieux après travaux.

L'installation de chantier permettra de prévenir les risques de fuite d'hydrocarbure ou autre polluant potentiel inhérent aux travaux.

Les déchets (cuttings de forage, etc) seront évacués selon leur nature vers des filières spécifiques.

Les approvisionnements en tubages, ciment, outillages divers, ainsi que la circulation des camions et des véhicules légers destinés aux travaux représentent un mouvement épisodique et peu contraignant pour la commune et les riverains.

Il est prévu dans un premier temps de réaliser un forage de reconnaissance profond de 30 m dans les calcaires et marnes du Campanien (Crétacé supérieur) pour vérifier la présence d'une ressource en eau souterraine en mesure de répondre au besoin géothermique (débit d'exploitation escompté sur doublet : 10.7 m³/h) :

- en cas de ressource conforme en quantité et en qualité, les travaux s'orienteront vers la réalisation d'un doublet,
- en cas de ressource inadéquate, les travaux s'orienteront vers l'aménagement d'un champ de 10 sondes verticales profondes de 150 m dans les terrains du Campanien-Santonien, espacées entre elles d'au moins 10 m.

Le doublet est prévu pour pouvoir pomper et réinjecter dans la même nappe du Campanien altéré, sans risque de mise en contact de cette nappe avec des venues d'eau extérieures (eau de surface ou de subsurface, autre nappe).

Les forations seront réalisées au marteau fond-de-trou.

Les terrains à forer ne présentent pas de complexité particulière.

Il n'y a pas d'aléa géologique (absence de gypse, etc) ou hydrogéologique (absence de nappe jaillissante, etc).

La géologie locale est réputée connue dans le secteur intéressé par :

- les données bibliographiques,
- les forages réalisés dans le secteur,
- la connaissance du maître d'ouvrage concernant les forages agricoles alentours,
- l'expérience d'Hydro Invest (plus de 40 ans de missions dans les Charentes).

Ce projet d'échangeurs géothermiques verticaux n'induit aucune incidence dommageable sur les phénomènes naturels existants au droit du site concerné pour leur aménagement et leur exploitation.

Autant en phase de travaux qu'en phase d'exploitation, ces échangeurs ne sont pas de nature à porter atteinte à la sismicité du secteur géographique concerné.

La structure des forages permettra d'assurer la stabilité de ces ouvrages et leur verticalité.

Les têtes des forages seront aménagées pour éviter tout risque d'intrusion du ruissellement et des eaux de subsurface dans ces ouvrages.

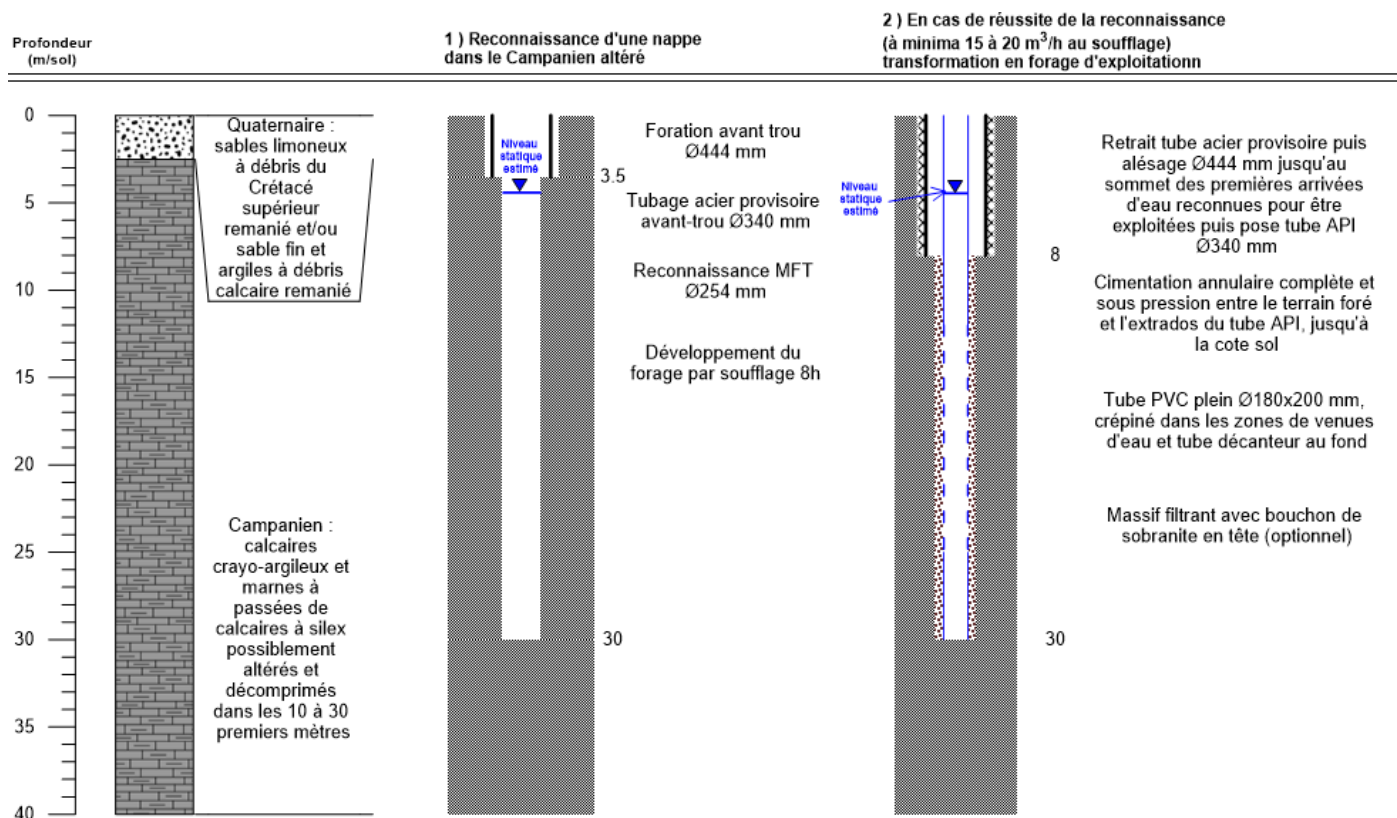
Au vu du contexte hydrogéologique local, le risque de mise en communication de différentes nappes est inexistant pour ce projet de forage.

Le seul fluide susceptible d'être mobilisé par les travaux de forage et par les essais de pompage/réinjection sera ainsi l'eau de l'aquifère du Campanien altéré.

Le suivi géologique et hydrogéologique sur site des travaux de forage par un ingénieur hydrogéologue d'Hydro Invest permettra d'adapter le programme à l'avancement, en bonne collaboration avec l'entreprise de forage missionnée.

La coupe technique des forages pourra être adaptée en fonction des découvertes en foration.

Coupe technique et géologique prévisionnelle - Doublet - Réaux-sur-Trèfle



L'eau extraite des travaux de forage et des essais par pompage sera acheminée dans un fossé communal qui a été convenu avec la Mairie.

La turbidité de l'eau extraite sera surveillée.

La décantation de l'eau extraite se fera dans le fossé communal.

Au besoin :

- des mottes de paille seront installées dans le fossé pour y favoriser la décantation,
- un bac de décantation de 4 m x 3 m x 1 m avec surverse sera installé juste en amont du fossé pour assurer une décantation supplémentaire.

Les essais par pompage en forages n'excéderont pas 30 m³/h.

Etant donné le contexte hydrogéologique local et la nappe ciblée, il est attendu une clarification rapide de l'eau lors des opérations de soufflage pour développer et nettoyer les forages (mise en eau claire). Les travaux de forage et d'essai seront réalisés hors période de crue afin de ne pas saturer le fossé communal.

En cas d'échec des forations ou des essais de pompage/réinjection pour envisager l'exploitation d'un doublet, les forages seront rebouchés dans les règles de l'art par l'entreprise de forage, conformément à la norme NF X 10-999 relative à la réalisation, au suivi et à l'abandon des ouvrages de captage des eaux souterraines réalisés par forage.

Les calcaires et marnes du Campanien-Santonien à forer ne présentent pas de complexité particulière pour réaliser 10 sonde géothermiques verticales profondes de 150 m.

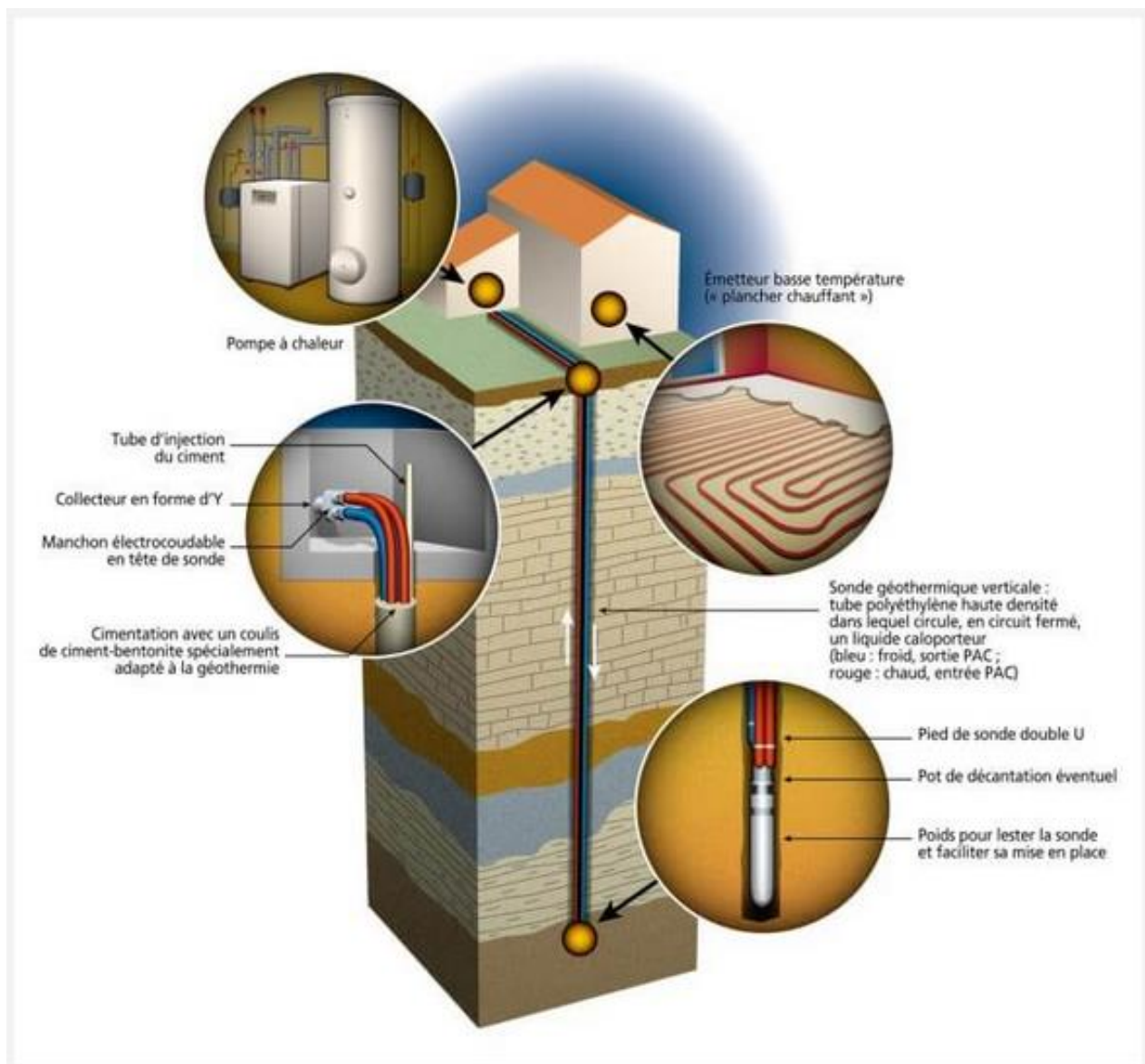
Après la réalisation des forages et l'installation des boucles de sonde (tubes en polyéthylène) dans chaque forage, ceux-ci seront intégralement cimentés sur toute leur profondeur avec un ciment géothermique (géocoulis) permettant d'assurer :

- la bonne mise en contact des boucles de sondes avec les terrains traversés en foration,
- une bonne conductivité thermique entre les boucles de sonde et les terrains.

Afin de contrôler leur étanchéité, chaque boucle de sonde sera testée en pression avant leur pose dans les forages puis après leur pose et la cimentation des forages

En exploitation, le fluide caloporteur mis en circulation dans les sondes verticales est de l'eau glycolée alimentaire biodégradable.

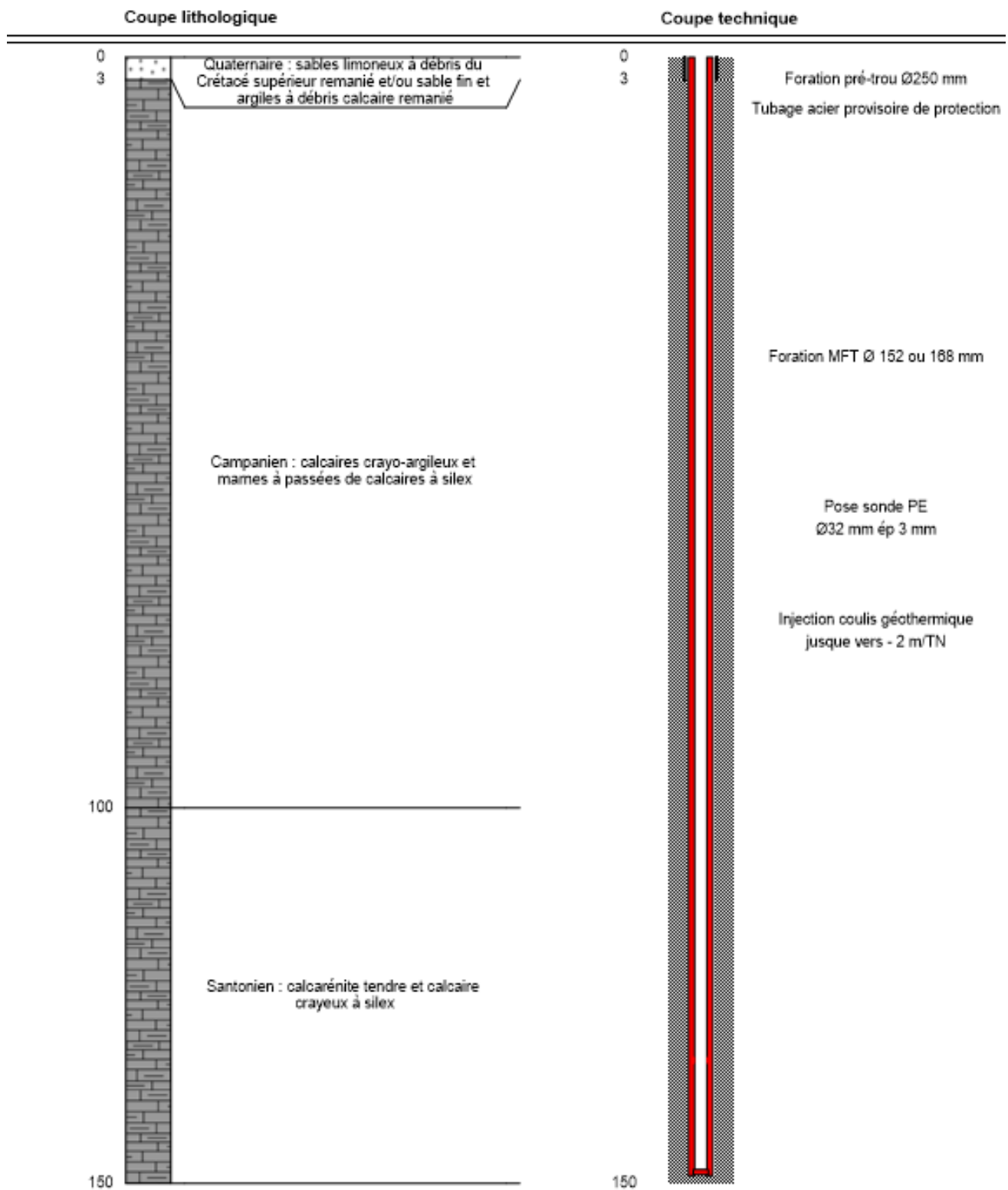
Exemple de mise en place d'un système de pompe à chaleur sur sondes géothermiques verticales



Source : <https://www.maisonentravaux.fr/prix-pompe-chaleur-geothermie/>

Coupe technique et géologique prévisionnelle - Sondes géothermiques verticales - Réaux-sur-Trèfle

10 SONDES VERTICALES Profondeur 150 m



La durée totale maximale des travaux sur place (hors temps de préparation de chantier) est estimée à 80 jours en discontinu.

Les temps de travail du personnel dédié aux travaux de forages sont prévus hors week-end, hors jours fériés et uniquement en journée, de 8h à 18h avec une pause déjeuner.

Pendant et après travaux, l'entreprise de forage prévoira le nécessaire pour signaler et protéger les têtes d'ouvrage de chaque échangeur géothermique vertical installé, dans l'attente de leur aménagement et de leur raccordement au local chaufferie.

A la fin des travaux d'aménagements des échangeurs géothermiques verticaux, Hydro Invest se chargera de compiler les fiches techniques et autres documents de l'entreprise de forage, ainsi que ses propres éléments d'ingénierie et de suivi de travaux, dans un rapport final (Dossier des Ouvrages Exécutés).

Ces rapports seront soumis à la Mairie de Réaux-sur-Trèfle et à la Mission Energie du Département 17 pour validation dans le cadre d'une réunion de restitution faisant office de réception, avec constat sur site des ouvrages réalisés.

6. ETUDE D'IMPACT

6.1. ETAT INITIAL

Les échangeurs géothermiques verticaux sont prévus vers le centre du territoire de la commune de Réaux-sur-Trèfle.

Site d'implantation des échangeurs géothermiques verticaux sur le territoire communal



Fond de plan : photographie aérienne avec découpage communal (Géoportail)

L'implantation des échangeurs verticaux est présentée § 0.

Les ouvrages sont prévus au droit du parcellaire du centre culturel et sportif de la commune.

La commune est propriétaire de l'ensemble du parcellaire concerné par l'implantation des échangeurs verticaux.

Le site d'implantation des échangeurs est encadré :

- au Nord par une voirie communale et une parcelle agricole,
- à l'Ouest par le bourg de la commune (habitations, etc),
- au Sud par un espace boisé,
- à l'Est par des bâtiments puis par la rue du Général Leclerc (D911).

Le projet d'aménagement ne présente pas de contrainte urbanistique spécifique.

Le contexte géologique et hydrogéologique est présenté § 4.

L'aquifère sollicité par le projet d'échangeurs sur nappe correspond à l'entité hydrogéologique :

BDRHFv1 : 118c0 Angoumois / Santonien Campanien Sud Charente

BD LISA : 346AA Calcaires crayo-marneux du Santonien-Campanien du bassin aquitain

Masse d'eau souterraine concernée :

FRFG094 : Calcaires et calcaires marneux du santonien-campanien BV Charente-Gironde

Etat de la masse d'eau souterraine FRFG094 défini dans le SDAGE 2022-2027 (données SIE Adour-Garonne) :

- Etat quantitatif : mauvais
- Etat chimique : mauvais

Pressions identifiées sur la masse d'eau souterraine FRFG094 défini dans le SDAGE 2022-2027 (données SIE Adour-Garonne) :

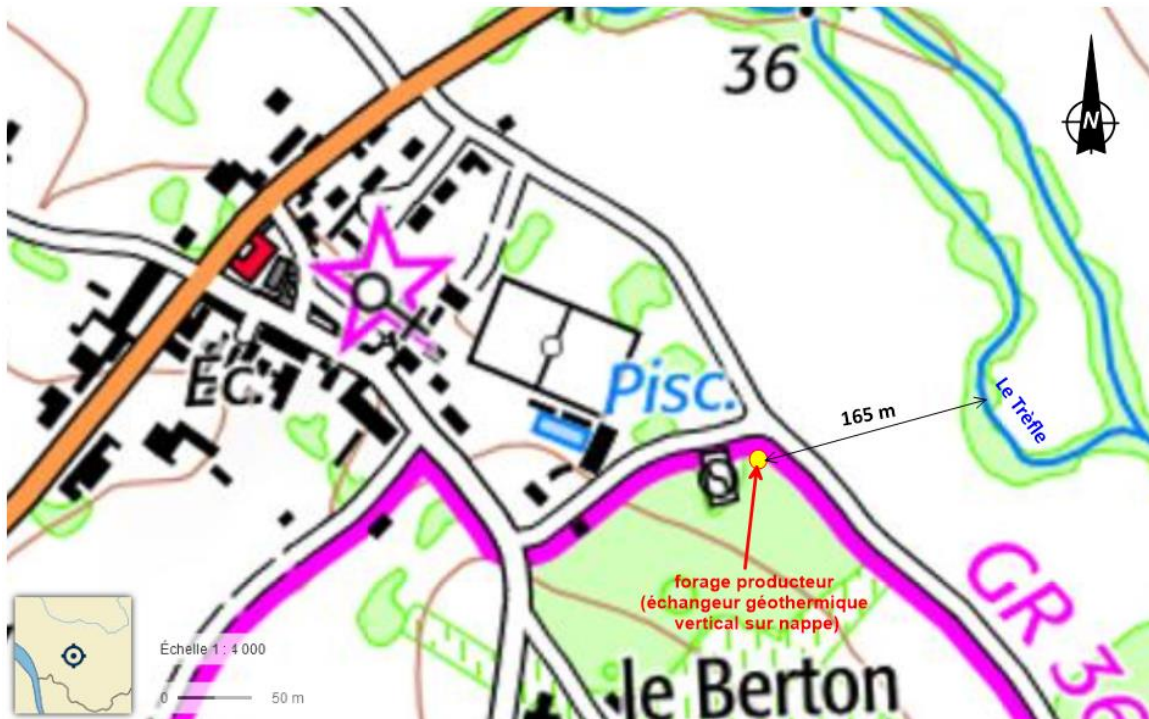
- Pression Pollution Diffuse - Nitrates d'origine agricole : significative
- Pression Prélèvements d'eau : non significative

Objectif d'état de la masse d'eau souterraine FRFG094 défini dans le SDAGE 2022-2027 (données SIE Adour-Garonne) :

- Objectif de l'état chimique : objectif moins strict
- Objectif de l'état quantitatif : bon état 2027

Le Trèfle s'écoule au plus proche à 165 m à l'Est de l'échangeur géothermique vertical prévu (forage producteur en géothermie sur nappe).

Position de l'échangeurs géothermique vertical le plus proche du Trèfle



Fond de plan : carte topographique IGN (Géoportail)

Le Trèfle

- Masse d'eau superficielle et objectif de qualité SDAGE 2022-2027 :
Code FRFR16 : Le Trèfle
Objectif de l'état écologique : objectif moins strict
Objectif d'état chimique (sans ubiquiste) : bon état 2015
- Etat de la masse d'eau (*état des lieux 2019 du SDAGE 2022-2027*) :
Etat écologique : Moyen Etat chimique : Bon
- Quantité d'eau :
Il n'y a pas de station de jaugeage sur le Trèfle
- Gestion de l'eau superficielle :
 - Site en zone vulnérable en regard de la pollution chronique générée par les Nitrates de l'activité agricole (code FZV0507).
 - Site en Zone Sensible vis à vis de l'eutrophisation.

D'après le Système d'Information sur l'Eau Adour-Garonne :

- les points de prélèvement d'eau les plus proches du projet sont à usage agricole,
- le point de prélèvement agricole le plus proche du projet est à 1.2 km au Nord,
- le point de prélèvement industriel le plus proche du projet est à 1.9 km au Nord-Ouest,
- il n'y a aucun point de prélèvement pour l'eau potable à moins de 4 km du projet.

Il n'y a pas d'ouvrage de prélèvement d'eau souterraine au droit du site.

La Banque du Sous-Sol (BSS ; Infoterre, BRGM) renseigne 13 ouvrages dans un rayon de 2 km autour du projet.

Ces ouvrages sont à usage agricole.

Il n'y a pas de prélèvement actif pour l'AEP parmi ces ouvrages.

Le plus proche ouvrage est un forage à 850 m à l'Est-Nord-Est du site. Il n'y a pas d'information sur l'état et l'utilisation de cet ouvrage (identifiant BSS001VBLR).

La majorité des puits et forages autour du site captent à moins de 35 m de profondeur dans les alluvions du Trèfle ou dans l'horizon altéré des calcaires du Campanien (Crétacé supérieur).

Le projet se situe dans le périmètre de protection rapprochée du captage AEP de Coulonge-sur-Charente, prise d'eau dans la Charente située à 60 km au Nord-Nord-Ouest du projet.

Le projet est localisé en Zone de Répartition des Eaux.

Le schéma d'aménagement et de gestion de l'eau du secteur concerné (SAGE Charente) a été adopté par arrêté inter préfectoral le 19 novembre 2019.

Parmi les règles de ce SAGE figure :

- ⇒ Règle n°4 : Protéger les ressources souterraines stratégiques pour l'eau potable
Les nouveaux prélèvements dans l'Infratoarcien et les aquifères captifs (Infra-Cénomaniens / Cénomaniens Inférieurs sableux, Cénomaniens carbonatés et Turoniens-Coniaciens) sont réservés pour l'eau potable.

Le projet n'est pas dans :

- un périmètre de protection associé à un permis d'exploitation géothermique en application de l'article L134-7 du code minier qui peut limiter ou interdire tous travaux souterrains susceptibles de porter préjudice à l'exploitation géothermique dans le périmètre concerné,
- un volume d'exploitation existant associé à un permis d'exploitation géothermique en application de l'article L134-5 du code minier qui peut limiter le débit calorifique prélevable et imposer toute disposition concernant notamment l'extraction, l'utilisation et la réinjection de fluides calorifères.

D'après la cartographie de l'AFPG (carto.afpg.fr), les échangeurs géothermiques les plus proches du projet sont à 4.7 km au Nord-Ouest. Il s'agit d'échangeurs verticaux sur nappe en Géothermie de Minime Importance sur la commune de Neuillac.

En terme de risques naturels au droit du site, ce projet est :

- hors zone inondable,
- en zone de faible sismicité,
- hors zone de mouvements de terrain,
- en zone d'exposition forte au retrait-gonflement des sols argileux,

- hors zone de cavités souterraines,
- hors zone de remontée de nappe.

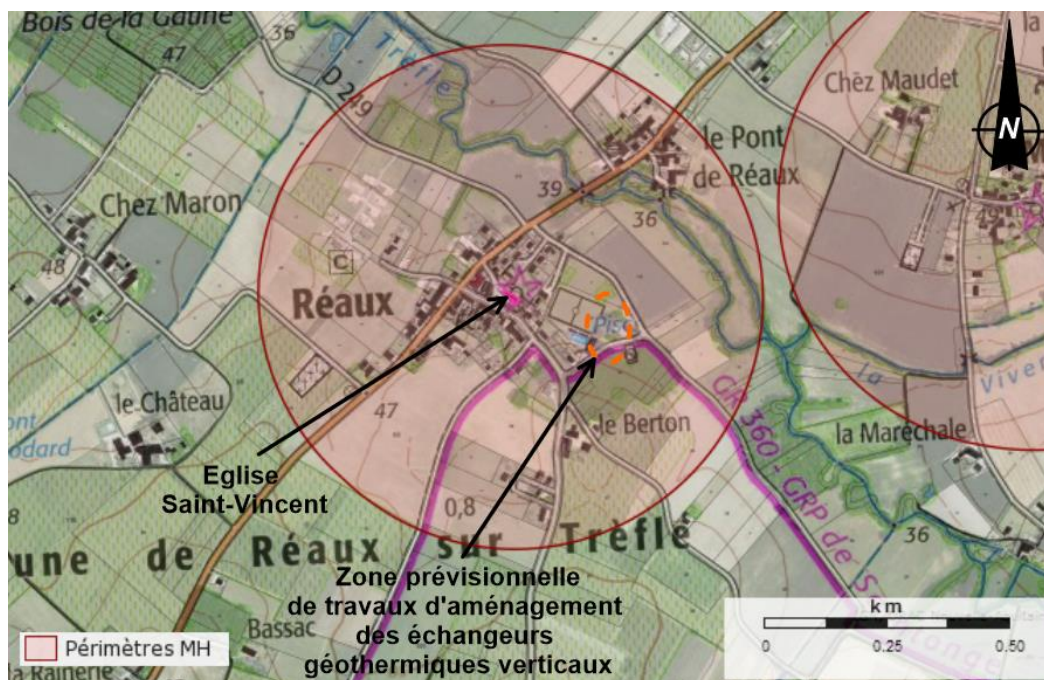
A proximité du projet :

- il n'y a pas de stockage d'hydrocarbures, de produits chimiques, de produits phytosanitaires ou autres matières polluantes, de bâtiments d'élevage, d'ouvrages de traitement des eaux usées collectifs ou non collectifs,
- il n'y a pas de conduite d'assainissement individuel ou collectif, ou autres matières polluantes.

D'après la cartographie nationale de l'Atlas des patrimoines du Ministère de la Culture, le projet :

- n'est pas dans l'emprise d'un site ou d'un immeuble classé ou inscrit,
- n'est pas au droit d'un site patrimonial remarquable,
- n'est pas dans une zone de présomption de prescription archéologique,
- est dans une zone de protection au titre des abords de monuments historiques (AC1 ; identifiant : 1907190786) qui concerne l'Eglise Saint-Vincent (référence PA00104855).

Zone de protection de l'Eglise Saint-Vincent au titre des abords de monuments historiques et zone de travaux prévue pour l'aménagement des échangeurs géothermiques verticaux



D'après la base de données BASOL, il n'y a pas de sites pollués ou potentiellement pollués dans un rayon de 4 km autour du projet.

Le site le plus proche, renseigné sur GEORISQUES, est une ancienne exploitation de stockage et de dépollution de véhicules hors d'usage (VHU) à 4.3 km au Sud-Ouest, sur la commune de Jonzac. Le site a fait l'objet de plusieurs investigations des sols (2009, 2015) ayant mis en évidence la présence de polluants (Plomb, Hydrocarbures) au droit d'une zone limitée. La cessation d'activité a pu être finalisée le 26 août 2016.

D'après la base de données GEORISQUES :

- il n'y a pas de Plan de Prévention des Risques technologiques sur la commune de Réaux,
- il n'y a pas d'installation nucléaire à moins de 10 km du secteur d'étude,
- à 800 m au Nord-Est du site, une canalisation de transport de gaz naturel est recensée,
- il n'y a pas de risque technologique identifié au droit du projet,
- dans un rayon de 3 km, 5 installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) sont recensées (distilleries), la plus proche étant à 900 m au Nord-Est

Le Système d'Information sur l'Eau du Bassin Adour Garonne (SIEAG) :

- ne signale pas d'établissement déclarant des rejets (station d'épuration, industrie) dans un rayon de 1.5 km autour du projet,
- signale six rejets sur la commune de Réaux, tous liés à la culture des vignes et au plus proche à 2 km du projet.

Dans un rayon de 10 km autour du projet d'échangeurs géothermiques verticaux, la plateforme projets-environnement.gouv.fr ne recense aucun projet existant ou approuvé :

- sujet à étude d'impact (projet susceptible d'avoir un impact notable sur l'environnement),
- susceptible d'avoir un impact sur ce projet d'échangeurs géothermiques,
- susceptible d'être impacté par le présent projet d'échangeurs géothermiques.

La zone d'habitation la plus proche de la zone de travaux prévus pour les échangeurs géothermiques verticaux est à 30 m.

Il s'agit d'une maison individuelle au droit de la parcelle ZI-83 qui jouxte la bordure Sud du centre culturel et sportif de la commune.

La route de la Croix, qui est une des voies bitumées principales de la commune en termes de trafic routier, longe à 25 m à l'Est de cette maison individuelle.

D'après le site Géoportail, il n'y a pas de Plan d'Exposition au Bruit (PEB) sur la commune de Réaux, ni dans les communes avoisinantes.

Le projet n'est pas situé au droit d'une zone naturelle et protégée (ZNIEFF, Natura 2000, parc national, zone humide, etc).

Entre 22 et 45 m à l'Est du site, il existe une zone classé Natura 2000 et ZNIEFF :

- Haute vallée de la Seugne en amont de Pons et affluents (NATURA 2000 ; référence FR5402008)
- Haute vallée de la Seugne (ZNIEFF de type 2 ; référence 540120112)

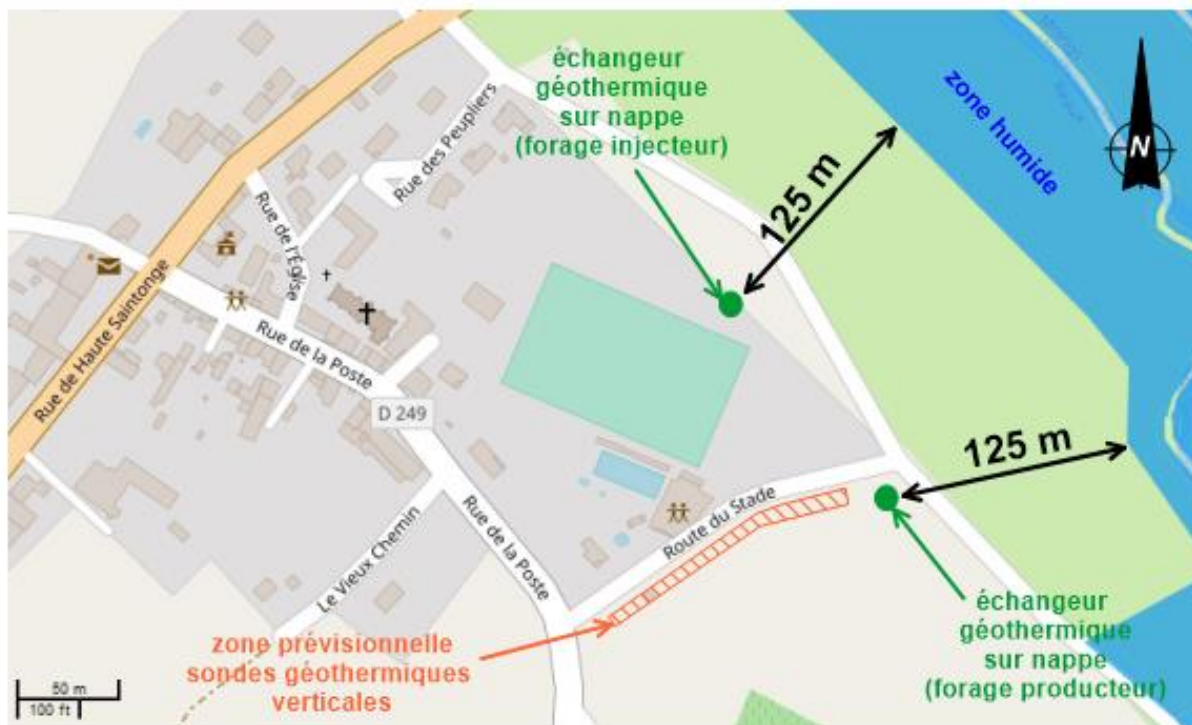
Natura 2000 et ZNIEFF à proximité du projet



Fond de carte : Géoportail

Le projet est au plus proche à 125 m d'une zone humide.

Zone humide à proximité du projet



Fond de carte : <http://geoportail.biodiversite-nouvelle-aquitaine.fr/visualiseur/>

6.2. ANALYSE DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES COMPENSATOIRES

Etant donné la faible demande en puissance pour fournir les besoins de chauffage de la salle polyvalente et de la piscine de plein air, l'incidence thermique de l'exploitation d'échangeurs géothermiques verticaux sur le sol et le sous-sol sera nulle à marginale, sans incidence dommageable sur le milieu.

Par ailleurs, le fonctionnement d'un doublet (géothermie sur nappe) ne génère aucun prélèvement net sur la nappe d'eau souterraine sollicitée et donc aucune pression sur celle-ci. Le volume d'eau pompé au forage producteur est intégralement réinjecté au forage injecteur, sans stockage intermédiaire et sans perte de volume.

Ce projet d'échangeurs géothermiques verticaux, qu'il soit sur nappe ou sur sondes :

- n'est pas de nature à perturber la production d'eau souterraine au voisinage (captage d'eau potable, usage industriel, etc) et à altérer les masses d'eau en quantité et en qualité,
- n'est pas en concurrence avec d'autres autorisations de recherche ou permis d'exploitation en géothermie.

Le SAGE Charente interdit les nouveaux prélèvements dans l'Infratoarcien et les aquifères captifs (Infra-Cénomaniens / Cénomaniens Inférieurs sableux, Cénomaniens carbonatés et Turoniens-Coniaciens) autres que ceux réservés pour l'eau potable.

Le projet est situé dans le zonage de protection de l'ensemble de ces aquifères.

Le projet ne concerne pas ces ressources profondes. Il s'astreint à évaluer la nappe du Campanien altéré dans les 30 premiers mètres sous la cote sol en vue d'une pompe à chaleur géothermique sur eau de nappe qui ne générera aucun prélèvement net dans la nappe. En cas d'échec, des sondes géothermiques verticales profondes de 150 m seront installées.

La coupe géologique estimative au droit du projet est connue. D'après cette coupe, la première nappe stratégique rencontrée depuis la surface (nappe du Turonien-Coniacien) est à plus de 170 m de profondeur. Les terrains sus-jacents (Campanien-Santonien), peu perméables voir imperméables, assurent une indépendance et une protection de cette nappe stratégique.

Le risque d'incidence du présent projet sur les nappes stratégiques réservées à l'AEP et définies dans le SAGE Charente est nul.

Aucun entretien lourd de machines de forage ne sera réalisé sur site.

L'approvisionnement des machines de forage en carburant (foreuse, groupe électrogène) se fera sur place à la pompe. Le carburant sera stocké dans une cuve close et étanche maintenue sur le camion portant le groupe électrogène et le compresseur. La foreuse sera installée sur un support géotextile étanche.

Il n'y a pas de risque de fuite au sol.

La structure des échangeurs géothermiques verticaux permettra d'assurer la stabilité des ouvrages et la préservation des venues d'eau souterraine traversées.

L'objectif des forages de reconnaissance pour évaluer la faisabilité d'un doublet est de caractériser la potentialité de l'aquifère développé dans la frange altérée du Campanien (Crétacé supérieur) dans les 30 premiers mètres sous la cote sol.

Dans ces terrains campaniens, seule la frange altérée et décomprimée jusque vers 15 à 30 m de profondeur (zone dite « épidermique ») présente un intérêt aquifère. Au-delà de cette profondeur, la très faible densité des ouvertures et la grande compacité des marno-calcaires conduisent à considérer cet horizon géologique comme un pseudo-imperméable (substratum de la nappe épidermique localement nommé le « banc bleu ») sans intérêt aquifère.

Le débit d'exploitation escompté sur doublet pour fournir le besoin calorifique du site est faible (10.7 m³/h).

Le niveau statique de la nappe ciblée est attendu vers 2 à 5 m de profondeur.

En cas d'échec des travaux pour envisager un doublet (ressource insuffisante en quantité et/ou en qualité), 10 sondes verticales profondes de 150 m seront installées dans les terrains du Campanien-Santonien.

La géologie locale est réputée connue par :

- les données bibliographiques,
- les forages réalisés dans le secteur,
- la connaissance du maître d'ouvrage concernant les forages agricoles alentours,
- l'expérience d'Hydro Invest qui assurera le suivi sur site des travaux.

Le contexte géologique des travaux prévus est clairement défini.

Les calcaires et marnes du Campanien-Santonien sont localement subaffleurants, développés sur une épaisseur supérieure à 160 m et ne présentent pas de difficultés particulières pour installer un doublet ou des sondes verticales.

L'entreprise de forage sera expérimentée dans les travaux de foration en terrain calcaire. Elle possédera les qualifications RGE Qualiforage modules Nappe et Sonde à jours.

Le suivi géologique en temps réel et sur place des travaux par un ingénieur hydrogéologue de la société Hydro Invest permettra de lever la coupe géologique de chaque forage et d'adapter le programme à l'avancement. Hydro Invest possède la qualification OPQIBI RGE n°1007 Etude des ressources géothermiques.

Les qualifications RGE Qualiforage Nappe et OPQIBI RGE n°1007 à jours attestent des compétences et références récentes des opérateurs pour réaliser des échangeurs verticaux fonctionnels et dans les règles de l'art.

Les forages et les essais seront réalisés selon les exigences de la norme AFNOR NF X10 999 relative aux forages d'eau et aux ouvrages de géothermie.

Pour des sondes verticales, les ouvrages seront réalisés dans les règles de l'art, dans le respect des prescriptions des normes AFNOR NF X10-970, NF X-10-960 et NF XP X 10-950 spécifiques aux sondes verticales.

Les forations seront réalisées au marteau fond-de-trou et sans tubage à l'avancement. Idéale en milieu calcaire, cette méthode permet de relever la coupe géologique du forage mètre par mètre pour identifier les terrains traverser et les venues d'eau recoupées.

Lors des sondages, un tubage acier provisoire de gros diamètre sera mis en place dans l'avant-trou avec rehausse du sommet à +0.5 m de la cote sol. Cet avant-trou cuvelé permettra de stabiliser les terrains de surface et d'éviter le risque d'entrée d'eau superficielle et d'eau de subsurface dans le sondage.

Le niveau statique de la nappe du Campanien est attendu vers 2 à 5 m sous la cote sol. Il n'existe donc pas de risque d'artésianisme et de jaillissement non contrôlé de cette nappe au droit des forages de reconnaissance prévus.

Il n'y a pas de suspicion de pollution des venues d'eau ciblée pour un usage géothermique sur doublet et donc de risque de transfert de pollution vers la surface.

L'eau extraite lors des travaux de forage et des essais par pompage sera acheminée dans un fossé communal.

En raison de la nature des calcaires et marnes traversés, il n'est pas attendu de débit important et de charges élevées de matières en suspension dans les eaux souterraines qui seront extraites.

Il est attendu une clarification rapide de l'eau lors des opérations de soufflage pour développer et nettoyer les forages (mise en eau claire). Ainsi, le volume d'eau turbide généré par les travaux de forage et les essais de pompage ne sera pas problématique pour la ressource.

Une autorisation de rejet de ces eaux est convenue avec la commune de Réaux-sur-Trèfle, avec détermination du fossé communal concerné par le rejet.

Pendant ces opérations, la turbidité de l'eau extraite sera surveillée et mesurée.

La décantation de l'eau extraite se fera dans le fossé communal.

Au besoin :

- des mottes de paille seront installées dans le fossé pour y favoriser la décantation,
- un bac de décantation de 4 m x 3 m x 1 m avec surverse sera installé juste en amont du fossé pour assurer une décantation supplémentaire.

Les essais par pompage en forages n'excéderont pas 30 m³/h.

Les essais ne seront pas réalisés en période de forte pluie et/ou de très haute eaux afin d'éviter tout risque de débordement du fossé communal utilisé pour le rejet.

Un contrôle de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau puisée lors de l'essai de pompage au forage producteur sera réalisé pour vérifier sa conformité pour un usage géothermique.

En cas d'essais concluants pour un doublet, chaque forage sera équipé d'un tubage en acier API avec cimentation sous pression de l'annulaire entre le terrain et l'extrados de ce tubage, du sommet des arrivées d'eau reconnues dans le réservoir campanien pour l'usage géothermique jusqu'à la cote sol, avec rehausse du sommet du tube acier à +0.5 m de la cote sol.

Ainsi, le seul fluide susceptible d'être mobilisé par les travaux de forage sera l'eau des calcaires et marnes du Campanien.

Dans l'éventualité de venues d'eau autres que celles exploitées au Campanien et isolées par tubage cimenté, un contrôle de cimentation (diagraphie CBL-VDL ou autre méthode) sera réalisé dans le cadre des opérations de réception des forages pour démontrer leur bonne étanchéité.

En cas d'échec de la solution sur doublet, les sondages seront rebouchés dans les règles de l'art (norme NF X 10-999) et selon la réglementation en vigueur.

Des sondes géothermiques verticales seront alors installées.

Ces sondes sèches seront implantées dans les terrains du Campanien-Santonien. Dans le secteur géographique concerné, les horizons géologiques ne sont potentiellement aquifères que dans les 30 premiers mètres sous la cote sol (frange altérée et décomprimée des calcaires du Campanien). En-deçà de 30 mètres de profondeur, les terrains du Campanien-Santonien sont fortement argileux et marneux, ce qui se traduit par un potentiel aquifère nul et par une bonne protection des aquifères sous-jacents.

Lors de l'aménagement des sondes verticales, des contrôles de pression seront menés dans chaque boucle de sonde avant leur pose dans les forages et après cimentation des forages. Ce suivi sera réalisé au moyen de manomètres installés en tête de chaque boucle.

La cimentation des forages après pose des boucles de sonde à l'intérieur des forages sera réalisée sur toute leur profondeur.

Le volume de ciment à prévoir pour chaque forage sera calculé avant injection et ajustés sur site.

Cette cimentation sera adaptée aux terrains mis en évidence lors de la foration. Elle sera réalisée sous pression par la base du forage jusqu'à la cote sol. En cas de zones de perte (zones fissurées) mises en évidence lors de la foration, le foreur prévoira des adaptations (obturation de la perte avec un mélange moins liquide, utilisation de chaussette géotextile, tubage technique permanent, contrôle des volumes de laitier, ...) afin que chaque forage soit correctement cimenté.

Un ingénieur hydrogéologue d'Hydro Invest assurera le contrôle de ces opérations.

En termes d'exploitation, dans le cas d'échangeurs géothermiques verticaux sur nappe, il n'y aura pas de prélèvement net dans la masse d'eau concernée et de ce fait aucune pression quantitative supplémentaire puisque le volume d'eau puisé au forage producteur sera intégralement réinjecté dans la même nappe via le forage injecteur, sans stockage intermédiaire.

Ainsi, ce projet d'échangeurs sur nappe n'engendre aucune pression quantitative sur la ressource en eau souterraine. Le fait que ce projet soit en Zone de Répartition des Eaux (ZRE) n'est pas problématique.

Il est par ailleurs rappelé que pour ce projet d'échangeurs sur eau de nappe, l'usage prévu est de dimension restreinte en termes de débits et de durée de fonctionnement (10.7 m³/h ; 11 770 m³/an ; 1 100 heures/an).

L'équipement des forages en tubages cimentés (cuvelage étanche), de la cote sol jusqu'au sommet des arrivées d'eau exploitées, garantira l'absence de risque de dégradation qualitative de la masse d'eau souterraine sollicitée par le doublet.

Dans le cas d'échangeurs sur sondes verticales (« sondes sèches »), la cimentation intégrale des ouvrages sur toute leur profondeur assure l'absence de risque d'incidence quantitative et/ou qualitative sur les masses d'eau. Seules les thermies du sous-sol sont échangées avec la surface.

La puissance échangée avec le sous-sol pour fournir les besoins calorifiques du site étant faible (tout au plus 62 kW), l'incidence thermique sur le milieu souterrain de l'usage d'échangeurs géothermiques verticaux sera marginale et sans incidence dommageable sur les masses d'eau, que l'échange se fasse sur nappe ou sur sondes.

L'installation géothermique en exploitation bénéficiera d'un programme sécurisé de gestion, de suivi et de maintenance par un prestataire qualifié qui se chargera de contrôler l'efficacité énergétique de l'installation, son bon fonctionnement, ses appareils de suivi et l'absence d'anomalies (pressions dans les canalisations, dans les échangeurs, température de fluide, etc).

Les travaux prévus ne sont pas de nature à provoquer d'incidence quantitative et/ou qualitative sur les eaux superficielles et sur les ouvrages au voisinage (cours d'eau, puits, forages, etc).

Une prise en charge des eaux de forage qui seront extraites lors des travaux est prévue et convenue avec la commune, sans risque pour le milieu et les avoisinants.

Malgré le fait que le projet se situe dans le périmètre de protection rapprochée du captage AEP de Coulonge-sur-Charente à 60 km au Nord-Nord-Ouest, les travaux et l'exploitation prévus n'auront aucune incidence sur ce captage.

Il n'existe pas d'autres échangeurs géothermiques en exploitation ou en projet au voisinage.

Ce projet n'aura aucune incidence sur l'échangeur le plus proche à 4.7 km au Nord-Ouest qui est un échangeur sur nappe.

En termes d'occupation des sols, ce projet de travaux et d'exploitation n'entraîne aucune gêne et aucune dégradation de l'existant.

Le projet est dans une zone de protection au titre des abords de monuments historiques. L'Eglise Saint-Vincent concerné est au plus proche à 200 m à l'Ouest des travaux prévus.

Le projet de travaux et d'exploitation n'engendre aucune incidence quelconque sur cette église et sa zone de protection.

Dans un rayon de 10 km autour du projet, la plateforme projets-environnement.gouv.fr ne recense aucun autre projet existant ou approuvé sujet à étude d'impact (projet susceptible d'avoir un impact notable sur l'environnement).

Une gestion des fluides de travaux (gasoil, etc) sera assurée sur site (géotextile, cuves fermées et étanches) par l'entreprise de forage pour pallier tout risque de pollution du sol et du sous-sol.

La présence de réseaux enterrés sera vérifiée par l'entreprise de forage par procédure de DT-DICT avec contrôle des plans des réseaux.

Les implantations prévues pour les échangeurs verticaux sont en cohérence avec les plans de réseaux fournis par la mairie (vérification conjointe par le maître d'ouvrage et Hydro Invest).

Ce projet de travaux n'engendre pas de risque géotechnique spécifique.

Les échangeurs géothermiques sont prévus à une distance convenable et suffisante par rapport aux bâtiments existants.

L'installation géothermique est dimensionnée pour pallier tout risque d'exposition des sols et du sous-sol à d'éventuels polluants.

Le projet est proche de zones classées Natura 200, ZNIEFF et zone humide.

Les travaux et l'exploitation prévus ne sont pas de nature à dégrader ces espaces.

Les risques naturels identifiés dans l'état initial ne dénotent pas de risque spécifique pouvant nuire aux travaux d'aménagement et à l'exploitation d'échangeurs géothermiques verticaux.

Ce projet d'échangeurs géothermiques verticaux n'induit aucune incidence dommageable sur les phénomènes naturels existants au droit du site concerné pour leur aménagement et leur exploitation.

Autant en phase de travaux qu'en phase d'exploitation, ces échangeurs ne sont pas de nature à porter atteinte à la sismicité du secteur géographique concerné.

Le seul point de vigilance est relatif au retrait-gonflement des sols argileux (projet en zone d'exposition forte).

Le projet est en zone d'exposition forte pour ce risque.

L'exposition du présent projet à ce risque ne préjuge pas d'une incidence significative en phase de travaux et d'exploitation des échangeurs verticaux.

Pour des échangeurs sur nappe, les forages seront équipés d'un tubage en acier cimenté à l'extrados de la surface jusqu'au sommet des arrivées d'eau (cuvelage étanche et résistant) qui garantit la préservation de la structure de ces ouvrages.

Il en est de même concernant les échangeurs sur sondes verticales qui seront cimentés sur toute leur profondeur avec un géocoulis présentant une élasticité suffisante à la conservation de la structure de ces ouvrages.

L'état initial ne relève aucun risque technologique pouvant affecter le présent projet.

Réciproquement, le présent projet n'induit pas de risque technologique.

En phase travaux, les moteurs thermiques des machines utilisées (foreuse, compresseur, poids lourds) auront des émissions conformes à la réglementation en vigueur.

L'entreprise de forage prévoira les équipements nécessaires pour limiter la propagation des poussières de forage.

Les travaux prévus n'induiront pas de dérangement au voisinage associables aux émissions atmosphériques et odeurs.

Le personnel sur site chargé d'aménager les échangeurs verticaux portera les équipements de protection individuelle (E.P.I.) conformes à la réglementation en vigueur.

Il n'y a pas de risque de gêne associée aux poussières et odeurs en provenance des travaux.

L'installation géothermique fonctionnera avec un appoint électrique pour alimenter la pompe à chaleur, les instruments de mesure, le système de mise en circulation du fluide caloporteur.

L'installation ne générera pas de rejet de gaz de combustion et d'émission d'odeur.

Le fluide géothermique exploité dans la boucle primaire ne générera pas d'odeurs et d'émissions atmosphériques particulières.

En exploitation, le fluide caloporteur mis en circulation dans les sondes verticales est de l'eau glycolée alimentaire biodégradable.

En chaufferie, un détecteur de fluide frigorigène est prévu. En cas de fuite, le détecteur déclenchera automatiquement une alarme, lancera une ventilation mécanique d'urgence et stoppera le fonctionnement de la pompe à chaleur.

L'installation géothermique (échangeurs verticaux, raccordements enterrés, chaufferie dans le bâtiment existant) ne créera pas d'incidence paysagère.

La chaufferie est déjà existante et les autres installations géothermiques seront sous la cote sol, dans l'enceinte d'un parcellaire appartenant à la commune.

L'exploitation géothermique n'occasionne pas d'éclairage et/ou d'illuminations gênantes

Ce projet d'échangeurs géothermiques est une alternative rentable et durable comparée à la chaufferie actuelle alimentée au fuel.

Pour le présent projet, d'autres solutions d'apport énergétiques ont été évaluées (gaz, biomasse) par la Mission Energie du Département 17. D'après cette étude comparative, la géothermie s'avère être la solution la plus vertueuse sur les plans économique et environnemental.

Ce projet est parfaitement en adéquation avec les enjeux nationaux et internationaux de valorisation des ressources énergétiques durables, renouvelables, locales, non polluantes et économiques.

Les échangeurs géothermiques permettront pour le présent projet de valoriser la géo-énergie contenue dans le sous-sol pour fournir du chauffage à la salle polyvalente et à la piscine de plein-air de la commune.

Les chaufferies au gaz sont comparativement davantage émettrices de gaz à effet de serre (émission de dioxyde de carbone notamment) que les chaufferies couplées à des échangeurs géothermiques.

L'énergie du sous-sol valorisée par géothermie est reconnue comme une ressource de référence pour lutter contre le réchauffement climatique.

La municipalité et les riverains seront avertis des dates de chantier prévues bien avant de démarrer les travaux.

Les travaux se dérouleront en semaine et en journée, entre 8h00 et 18h30, en adéquation avec la réglementation en vigueur.

Les implantations des échangeurs verticaux ne sont pas prévues en pied de bâtiment.

Les échangeurs prévus ne sont pas profonds (profondeur maximale de 30 m sur nappe ou de 150 m sur sondes verticales). En conséquence, les temps de foration seront courts, tout au plus de quelques heures par forage, avec des temps de foration discontinus.

Les prestataires dédiés à ces travaux porteront les E.P.I. réglementaires (casque anti-bruit, etc).

Il n'y a pas de risque de dégradation de l'existant du fait des vibrations induites par la foration (percussion au marteau fond-de-trou).

L'exploitation de l'installation géothermique, qu'elle soit sur nappe ou sur sondes, ne génèrera aucune nuisance sonore et/ou vibratoire problématique pour les usagers du site et les riverains :

- tête de chaque échangeur vertical sous la cote sol et isolée de la surface,
- canalisations de raccordement des échangeurs verticaux à la chaufferie enterrées sous la cote sol,
- pompe à chaleur géothermique dans un local technique (chaufferie) fermé et insonorisé.

L'entreprise de forage assurera l'évacuation et le traitement des déchets induits par ses travaux selon la réglementation en vigueur.

Les déchets concernés sont principalement de type :

- emballages,
- déchets ménagers.

L'entreprise assurera une prise en charge des déblais de chantier selon la réglementation en vigueur (évacuation vers des filières adaptées, réemploi) et veillera à conserver sa zone de travaux, les voirie d'accès et les alentours du site en bon état de propreté.

Les déchets de produits d'entretien des installations géothermiques seront éliminés par les prestataires chargés de la maintenance de l'installation vers des filières adaptées à chaque type de déchets, conformément à la réglementation en vigueur.

Ces déchets seront principalement de type :

- papier et chiffons souillés par des graisses minérales,
- emballages,
- pièces usagées.

Les implantations prévues pour les échangeurs verticaux sont en plein air, dans des zones qui ne dérangeront pas la circulation au sein du site et de la commune.

Le chantier sera balisé et les riverains seront prévenus à l'avance pour ne pas occasionner de gêne de circulation et de stationnement.

Il n'y a pas de travaux d'aménagement des voiries à prévoir pour réaliser ces travaux.

L'exploitation de l'installation géothermique n'engendrera pas de hausse du trafic routier et de gêne de circulation routière.

La pompe à chaleur géothermique et sa panoplie hydraulique seront installés dans la chaufferie actuelle du site.

Les autres installations géothermiques (échangeurs verticaux et leur raccordement à la chaufferie) seront sous la cote sol.

L'organisation du chantier sera réalisée conjointement par le maître d'ouvrage, l'ingénieur hydrogéologue en charge de la maîtrise d'œuvre et l'entreprise de forage afin que les travaux soient réalisés en conformité avec les normes de santé et d'hygiène publique.

Le maître d'ouvrage et l'ingénieur hydrogéologue assureront un suivi sur site des travaux menés par l'entreprise de forage.

L'état initial du site et la présente analyse d'incidence ne font pas état de risques sur la santé des populations. Il n'y a pas de populations sensibles ou d'usages sensibles dans le secteur.

L'étude d'impact démontre que le projet n'est pas susceptible de présenter des effets négatifs sur les facteurs évalués.

Au vu de l'état initial réalisé et de l'analyse des incidences, ce projet de travaux et d'exploitation géothermique n'est pas de nature à perturber les usages au voisinage (captages AEP, usages des riverains, industries, milieux naturels, etc) et l'environnement global du site et de ses avoisinants.

Il n'y a aucun autre projet de géothermie existant ou prévu au voisinage du présent projet.

Il n'y a pas d'autre projet soumis à étude d'impact (en cours ou approuvé) dans un rayon de 10 km autour du présent projet.

Ce projet ne présente :

- pas de risque d'incidence sur d'autres projets au voisinage ayant nécessité un dossier d'autorisation comprenant une étude d'impact ou une étude d'incidence environnementale,
- pas de risque d'incidence cumulée avec d'autres projets au voisinage.

Ce projet de travaux et d'exploitation n'entraîne :

- aucune incidence dommageable sur les facteurs évalués,
- aucune incidence sur des projets alentours,
- aucune incidence en termes d'interactions entre les facteurs évalués.

L'étude d'impact conclut à l'absence d'incidence négative du présent projet de travaux et d'exploitation d'échangeurs géothermiques verticaux sur l'environnement et la santé humaine.

En l'absence d'impacts identifiés, il n'y a pas lieu de prévoir des mesures d'évitement, de réduction et de compensation pour le présent projet.

7. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS D'ORIENTATION

7.1. COMPATIBILITE AVEC LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU

La Directive Européenne Cadre sur l'Eau n°2000/60/CE du 23/10/2000 fournit un cadre réglementaire et juridique applicable aux politiques de l'eau au sein de la Communauté européenne.

Les masses d'eaux souterraines et superficielles présentées dans l'état initial sont définies comme un référentiel géographique pour l'application de la Directive Cadre.

Ce projet de travaux et d'exploitation géothermique ne va pas à l'encontre des objectifs qualitatifs et quantitatifs pour ces masses d'eau.

7.2. COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE ADOUR-GARONNE 2022-2027

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux 2022-2027 du bassin Adour-Garonne et son Programme de mesures (PDM) ont été approuvés par arrêté préfectoral du 10/03/2022.

Les objectifs du SDAGE 2022-2027 pour les masses d'eau superficielle ou souterraine concernées par le présent projet sont présentés dans l'état initial.

L'étude d'incidence démontre que l'impact du projet sur les masses d'eau concernées sera nul à marginal.

Il en est de même pour la faune, la flore et les habitats naturels.

Le risque de pollution est inexistant étant donné les travaux prévus et l'environnement du projet.

Ce projet aura une incidence nulle à marginale sur les masses d'eau concernées.

Le présent projet ne va pas à l'encontre des principaux enjeux de la Commission Territoriale de la Charente.

Le projet est compatible avec le programme de mesures (PDM) du SDAGE 2022-2027 pour le bassin versant de gestion La Seugne.

7.3. COMPATIBILITE AVEC LE SAGE CHARENTE

Le SAGE Charente a été adopté par arrêté interpréfectoral le 19 novembre 2019.

Les règles du SAGE Charente sont les suivantes :

- Règle n°1 : Protéger les zones humides
- Règle n°2 : Protéger les zones d'expansion de crues et de submersions marines
- Règle n°3 : Limiter la création de plan d'eau
- Règle n°4 : Protéger les ressources souterraines stratégiques pour l'eau potable

⇒ Règle n°1 : Protéger les zones humides

Il existe bien une proximité du projet avec une zone humide qui englobe le Trèfle et ses rives.

Le projet de travaux et d'exploitation des échangeurs géothermiques verticaux ne présentent pas de risque pour la zone humide identifiée.

⇒ Règle n°2 : Protéger les zones d'expansion de crues et de submersions marines

Le projet n'est pas en zones inondable et d'expansion de crues.

Le projet ne génère pas d'obstacle à l'écoulement.

Les travaux ne seront pas réalisés en période de très hautes eaux

Le projet ne génère pas de vaste artificialisation des sols pouvant être dommageable à la propagation des inondations, à l'écoulement et à l'infiltration.

⇒ Règle n°3 : sans objet

⇒ Règle n°4 : Protéger les ressources souterraines stratégiques pour l'eau potable

Les nouveaux prélèvements dans l'Infratoarcien et les aquifères captifs (Infra-Cénomaniens / Cénomaniens Inférieurs sableux, Cénomaniens carbonatés et Turoniens-Coniaciens) sont réservés pour l'eau potable.

Le projet est situé dans le zonage de protection de l'ensemble de ces aquifères.

Le projet ne concerne pas ces ressources profondes. Il s'astreint à évaluer la nappe du Campanien altéré dans les 30 premiers mètres sous la cote sol en vue d'une pompe à chaleur géothermique sur eau de nappe au moyen d'un doublet. En cas d'échec, des sondes géothermiques verticales profondes de 150 m seront réalisées.

La coupe géologique estimative au droit du projet est connue. D'après cette coupe, la première nappe stratégique rencontrée depuis la surface (nappe du Turonien-Coniacien) est à plus de 170 m de profondeur. Les terrains sus-jacents (Campanien-Santonien), peu perméables voire imperméables, assurent une indépendance et une protection de cette nappe stratégique.

Le risque d'incidence du présent projet sur les nappes stratégiques réservées à l'AEP est nul.

Le projet d'aménagement et d'exploitation d'échangeurs géothermiques verticaux n'est pas en contradiction avec les règles du SAGE Charente.

8. DOCUMENTS DE SANTE ET DE SECURITE

La gestion des risques et des contraintes de travaux sont prises en compte dans le projet.

Un plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) est établi.

Une visite de chantier et une réunion sur site sont prévues pour organiser et sécuriser les travaux, en concertation entre la commune de Réaux-sur-Trèfle (maître d'ouvrage), un ingénieur hydrogéologue d'Hydro Invest (maîtrise d'œuvre) et l'entreprise de forage.

Pendant le chantier du présent projet, il n'y aura pas d'autres travaux au droit du site.

Le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) sera révisé après aménagement de l'installation géothermique afin de prendre en compte cette nouvelle installation avec toutes ses modalités de gestion, d'exploitation, de suivi, de contrôle et de maintenance.

Ce document fixera les principes et les modalités d'organisation relatives à la sécurité et à la santé en application du Code Minier et du Code du Travail.

Le Maître d'Ouvrage prendra ses dispositions pour organiser la mission de coordination de la sécurité et de la santé sur le site en tenant compte de ces nouvelles installations.

Une notice technique de suivi et de maintenance sera établie pour exploiter durablement et sans risque l'installation géothermique.

9. FERMETURE, CONSERVATION OU RECONVERSION DE L'INSTALLATION GEOTHERMIQUE

L'exploitation du gîte géothermique peut être arrêtée pour les raisons suivantes :

- baisse de productivité des échangeurs verticaux au point d'être insuffisante pour fournir les besoins, non récupérable par entretien/réhabilitation des échangeurs, non viable économiquement comparé à d'autres modes de production énergétique,
- modification de l'activité du site.

Deux solutions se présentent en cas d'arrêt d'exploitation de l'installation géothermique :

- fermeture et mise en sécurité de l'installation,
- conservation de l'installation avec maintien d'un programme de suivi et d'entretien en vue d'un nouvel usage, sous réserve d'obtention des autorisations nécessaires.

9.1. FERMETURE ET MISE EN SECURITE DE L'INSTALLATION GEOTHERMIQUE

La déclaration d'arrêt définitif de l'exploitation des forages sera adressée par le maître d'ouvrage au Préfet à l'attention de ses services techniques instructeurs.

La déclaration présentera les éléments suivants :

- un résumé des conditions conduisant à la décision de fermeture du forage,
- un plan de position du forage et sa coupe technique,
- la procédure d'abandon appliquée : projet de comblement du forage dans les règles de l'art,
- les mesures de prévention des risques identifiés.

Les travaux de fermeture ne pourront débuter qu'après accord du Préfet.

L'arrêt définitif d'exploitation de l'installation géothermique implique la désinstallation de toutes ses composantes (échangeurs verticaux, pompe à chaleur, réseau de raccordement, etc) par des entreprises spécialisées et l'évacuation hors site des différents composants de l'installation vers des filières adaptées.

Le Dossier des Ouvrages Exécutés des travaux du comblement des forages et de fermeture de l'installation géothermique sera transmis aux services concernés de la préfecture.

9.2. CONSERVATION ET RECONVERSION DES ECHANGEURS VERTICAUX

En cas de conservation des échangeurs verticaux, un porté à connaissance sera déposé à la police de l'eau et à la DREAL pour les informer de l'arrêt de l'exploitation, du devenir de ces échangeurs et de la poursuite d'un programme d'entretien et de surveillance de ces ouvrages.

En cas de reconversion des échangeurs pour un autre usage, le projet de reconversion sera transmis, avec présentation des procédures réglementaires nécessaires au nouvel usage.

La reprise de l'exploitation de sondes verticales est proscrite en cas d'abandon.

En cas d'abandon définitif de sondes verticales, leur mise en sécurité répondra à la norme NF X10-970.

La procédure d'abandon a pour objectif de rendre la sonde étanche à toute infiltration de surface pouvant polluer les terrains et les eaux souterraines.

Une entreprise spécialisée réalisera la mise en conformité de chaque sonde verticale.

HYDRO INVEST

2, rue des Molinez 16000 ANGOULEME

Téléphone : 05 45 37 10 22 Télécopie : 05 45 37 00 03 secretariat@hydroinvest.com [web : www.hydroinvest.com](http://www.hydroinvest.com)

SAS au capital de : 218 500 €uros SIRET : 307 276 345 00047 TVA Intracommunautaire : FR 23 307 276 345

